

**TRAVAUX
ET DOCUMENTS
DE L'O.R.S.T.O.M.**

**Etude biologique et écologique
de *Tetranychus neocaledonicus* André
(Acariens, *Tetranychidae*)**

Jean GUTIERREZ





**ÉDITIONS DE L'OFFICE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

RENSEIGNEMENTS, CONDITIONS DE VENTE

Pour tout renseignement, abonnement aux revues périodiques, achat d'ouvrages et de cartes, ou demande de catalogue, s'adresser au :

SERVICE CENTRAL DE DOCUMENTATION DE L'ORSTOM
70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY (France)

- Tout paiement sera effectué par chèque bancaire barré au nom de RÉGIE ORSTOM BONDY, ou par chèque postal (compte n° 9.152-54, Paris, RÉGIE ORSTOM BONDY).
- Achat au comptant possible à la bibliothèque de l'ORSTOM, 24, rue Bayard, 75008 PARIS.

I - CAHIERS ORSTOM

BIOLOGIE

ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET PARASITOLOGIE

HYDROBIOLOGIE

HYDROLOGIE

Océanographie

PÉDOLOGIE

SCIENCES HUMAINES

séries trimestrielles

Abonnement: *France* 120 F.
Etranger 156 F. 36,30 US dollars

GÉOLOGIE - *série semestrielle*

Abonnement: *France* 96 F.
Etranger 120 F. 28,00 US dollars

II - BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRINAIRE

12 numéros par an
(15 fascicules)

Abonnement: *France* 115 F.
Etranger 130 F. 30,25 US dollars

Dans la collection TRAVAUX et DOCUMENTS de l'ORSTOM :

**N° 22 — G. COUTURIER — 1973 — Etude éthologique et
biocénotique du peuplement d'insectes dans un
verger « naturel », 96 p. 30 F**

TRAVAUX ET DOCUMENTS
DE L'ORSTOM N° 57

ÉTUDE BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE
de *Tetranychus neocaledonicus* André
(*Acariens, Tetranychidae*)

Jean GUTIERREZ
entomologiste de l'O.R.S.T.O.M.

O.R.S.T.O.M.
Paris
1976

Cet ouvrage a fait l'objet d'une thèse présentée le 25 novembre 1974 pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences naturelles, à l'Université de Paris-Sud, centre d'Orsay. (N° 1389).

© ORSTOM, 1976.
ISBN 2 7099 0427-6

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	5
INTRODUCTION	11
CHAPITRE PREMIER. — Matériel d'étude, conditions expérimentales et rappel des définitions des caractéristiques d'une population	13
1. Position systématique, répartition et plantes-hôtes de <i>T. neocaledonicus</i>	13
1.1. Position systématique [13] — 1.2. Morphologie externe [14] — 1.3. Répartition dans le monde et plantes-hôtes [21] — 1.4. Dégâts [23].	
2. Données générales sur la biologie des Tetranychidae	25
2.1. Stades de développement [25] — 2.2. Reproduction [26].	
3. Techniques d'élevage	27
3.1. Les différentes techniques [27] — 3.2. Choix entre les techniques [31] — 3.3. Elevages à température et à hygrométrie constantes [33] — 3.4. Culture du cotonnier sur solution nutritive [33].	
4. Rappel des définitions des caractéristiques d'une population	38
4.1. Taux intrinsèque d'accroissement d'une population [38] — 4.2. Potentiel net de reproduction et durée moyenne d'une génération [39].	
CHAPITRE II. — Etude écologique dans la nature	41
1. Répartition géographique des espèces du genre <i>Tetranychus</i> à Madagascar et dans les îles voisines	43
1.1. Le genre <i>Tetranychus</i> dans les îles et archipels du Sud-Ouest de l'Océan Indien [43] — 1.2. Distribution des espèces du genre <i>Tetranychus</i> ayant une incidence économique à Madagascar [45] — 1.3. Caractères de la distribution de <i>T. neocaledonicus</i> à Madagascar [45].	
2. Evolution des caractéristiques des générations successives de <i>T. neocaledonicus</i> pendant la saison cotonnière, dans le Sud-Ouest de Madagascar	48
2.1. Conditions générales des essais [48] — 2.2. Méthode [50] — 2.3. Résultats [52].	
3. Evolution des populations de <i>T. neocaledonicus</i> et de trois de ses prédateurs sur manioc, dans le Sud-Ouest de Madagascar	63
3.1. Conditions générales des essais [63] — 3.2. Techniques d'échantillonnage [64] — 3.3. Résultats [65]	
4. CONCLUSIONS	70
CHAPITRE III. — Ecophysiologie en Laboratoire	73
1. Influence de la température et de l'hygrométrie sur l'accroissement des populations de <i>T. neocaledonicus</i>	73
1.1. Matériel et conditions générales des essais [74] — 1.2. Influence de la température et de l'hygrométrie sur la durée des stades de développement, la fécondité et la longévité des femelles [74] — 1.3. Sex ratio [94] — 1.4. Influence de la température et de l'hygrométrie sur l'accroissement des populations [95].	

2. Longévité et fécondité comparées de plusieurs souches de <i>T. neocaledonicus</i>	101
2.1. Matériel et méthode [102] — 2.2. Résultats [103].	
3. Réactions comparées des populations de <i>T. neocaledonicus</i> et de <i>T. urticae</i> à la température et à l'hygrométrie	108
3.1. Comparaison des taux intrinsèques d'accroissement des deux espèces [108] — 3.2. Températures limites [112].	
4. CONCLUSIONS	114
CHAPITRE IV. — Recherches sur la physiologie de la reproduction	116
1. Etude de l'intercompatibilité entre différentes souches de <i>T. neocaledonicus</i>	116
1.1. Matériel et méthode [116] — 1.2. Résultats et discussion [117].	
2. Expériences sur la physiologie de la reproduction	123
2.1. Influence de la fécondation sur la reproduction d'œufs chez <i>T. neocaledonicus</i> [123] — 2.2. Comparaison de la physiologie de la reproduction de <i>T. neocaledonicus</i> et de <i>T. urticae</i> [125].	
3. CONCLUSIONS	133
CHAPITRE V. — Différents aspects des possibilités de lutte biologique contre <i>T. neocaledonicus</i>	135
1. Lutte par utilisation de prédateurs	135
1.1. Les différents prédateurs [136] — 1.2. Etude particulière sur <i>Stethorus made-cassus</i> (Coccinellidae) [140].	
2. Lutte autocide	150
2.1. Lutte par utilisation de mâles stériles [150] — 2.2. Lutte par utilisation de mâles incompatibles ou lutte génétique sos. [153].	
2. CONCLUSIONS	155
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	157
1. Répartition géographique à Madagascar et dans les îles voisines	157
2. Phénologie et écophysiologie	158
3. Physiologie de la reproduction	159
BIBLIOGRAPHIE	161
ANNEXE	167

AVANT-PROPOS

Avant d'exposer les résultats de cette étude, je voudrais exprimer ma respectueuse reconnaissance à M. le Professeur G. CAMUS, Directeur Général de l'O.R.S.T.O.M. et à M. le Professeur L. HIRTH, Président du Comité Technique de Phytopathologie et de Zoologie appliquée, pour la confiance qu'ils m'ont accordée et pour les facilités qu'ils ont bien voulu me donner, au cours de la réalisation de ce travail.

M. le Professeur J. R. LE BERRE accepta la direction scientifique de cette thèse dès 1968, depuis lors, il n'a cessé de me prodiguer suggestions et conseils. Qu'il veuille bien trouver ici, l'expression de ma sincère reconnaissance.

J'exprime ma profonde gratitude à M. le Professeur J. BERGERARD, qui prêtant une attention bienveillante à ses chercheurs tananariviens, a toujours suivi avec le plus grand intérêt la progression de mes travaux.

Je tiens à rendre un hommage particulier à M. le Recteur R. PAULIAN, qui a tant contribué à la connaissance de l'entomofaune malgache ; sa participation au jury de cette thèse est un honneur auquel je suis très sensible.

Il m'est particulièrement agréable de manifester toute ma reconnaissance à M. le Professeur W. HELLE, Directeur du Laboratoire d'Entomologie expérimentale de l'Université d'Amsterdam, avec lequel j'ai eu le plaisir de collaborer depuis 1969, date de sa première mission à Madagascar. Il m'a fait bénéficier de sa très grande compétence avec extrême gentillesse et amitié, n'hésitant pas à mettre à ma disposition une abondante documentation et à me tenir au courant de tous les progrès réalisés par son équipe.

Mes sincères remerciements vont également à M. M. ROTH auprès duquel j'ai trouvé, en de nombreuses circonstances, les meilleurs conseils et un soutien amical.

Je voudrais témoigner toute ma gratitude à mes collègues entomologistes et acarologistes : L. BLOMMERS, H. BOELAND, J. CHAZEAU, P. ROBAUX et A. VAN ZON, qui ont pris une part active à ces recherches, ainsi qu'à R. SUBRA avec lequel j'ai eu de fructueuses discussions.

Les travaux sur le terrain m'ont été facilités par la collaboration de l'I.R.C.T. dont les représentants m'ont toujours réservé le meilleur accueil. Que MM. S. CRETENET, R. DELATTRE et Y. PEYRELONGUE trouvent ici, l'expression de mes vifs remerciements.

Je suis reconnaissant à Mme C. ATHIAS-HENRIOT, à MM. A. BOURNIER, J. CARAYON et J. JARRIGE, d'avoir bien voulu examiner les prédateurs que je leur avais adressés.

MM. P. COCHEREAU, H. DOVE, J. ETIENNE et J. WILLIAMS m'ont assuré un précieux concours en m'envoyant leurs récoltes provenant de Nouvelle-Calédonie, de l'Ile Maurice et de La Réunion.

Je tiens à remercier également les botanistes, qui ont eu l'amabilité de déterminer les nombreuses plantes hôtes que je leur ai soumises : MM. J. BOSSER, R. CAPURON, Ph. MORAT et A. RAKOTOZAFY.

Je ne saurais oublier enfin MM. ANDRIAMBINITSOLOMORA et J. E. RANDRIAMASY, qui ont été, tout au long de ces recherches, des collaborateurs dévoués et efficaces, mais aussi de sympathiques compagnons.

SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL STUDY OF TETRANYCHUS NEOCALEDONICUS ANDRE (ACARINA : TETRANYCHIDAE)

The outbreaks of spider mites are related to the improvement of agricultural practices and especially to the use of pesticides. Applications of agricultural chemicals to the foliage affect the balance of arthropod populations. Numerous works deal with these acarina in the temperate countries whereas in the inter-tropical zone, the problem has long been neglected. *T. neocaledonicus* is a pantropical species very common in India and in Madagascar.

In the Great Island, this spider mite causes crop losses to cotton and to several food crops in the dry and semi-arid regions of the West and the South-west.

After a brief morphological study designed to ascertain the homogeneity of the strains, the population dynamics were observed in the fields and some ecological data collected.

The results were checked in the laboratory and some aspects of the reproductive physiology noted.

All the conclusions are collected to serve as a better basis for control measures against this pest.

The study is divided into 5 parts.

1. MATERIAL, EXPERIMENTAL CONDITIONS AND DETERMINATION PRINCIPLE OF THE CHARACTERISTICS OF A POPULATION

Specimens from Madagascar and neighbouring islands, and also from New Caledonia, Dahomey, Florida were examined but no clear morphological differences were found.

In Madagascar, the species has been collected on nearly one-third of the Angiosperma families of the Great Island.

The nature of injuries is described. The average annual crop loss for cotton is estimated at 5 to 10 % in irrigated areas, but is probably higher in dry farming and in alluvial farming zones.

General data on the biology of *Tetranychidae* are then given. In these mites, arrhenotokous parthenogenesis is one of the most interesting biological peculiarities of the reproductive system.

Different rearing techniques are described and compared : breeding on isolated leaf, breeding in plexiglass cells and breeding on detached leaf.

Finally, the method of calculation of the characteristics of the population dynamics is explained. The following parameters, taken from the definitions of BIRCH (1948), are often used in the course of this work : intrinsic rate of increase of a population (r_m), net reproduction rate (R_0) and mean length of a generation (τ).

2. ECOLOGICAL STUDY IN THE FIELDS

The study of the relations of *T. neocaledonicus* with its environment begins in situating the role of this mite among those of other closely-related species, in the island environment of the western Indian Ocean.

Among the 14 species of the genus *Tetranychus* numbered in this part of the world, only 6 have an appreciable or merely potential economic importance : *Tetranychus evansi*, *T. fijiensis*, *T. ludeni*, *T. macfarlanei*, *T. neocaledonicus* and *T. urticae*.

The present distribution of these spider mites and the nature of their host plants show that apart from *T. neocaledonicus*, the 5 others above-mentioned species have probably been introduced in this region by man.

Among the 4 *Tetranychus* effectively competing with *T. neocaledonicus* in Madagascar, only *T. urticae* seems to be succeeding in extending its area of distribution on the central highlands of Madagascar.

More than the half of *T. neocaledonicus* collections from the Great Island come from dry and semi-arid regions of the West and the South.

Using two different methods, the population dynamics of *T. neocaledonicus* were then studied in the south-west of Madagascar.

Using a rearing technique which closely simulated natural conditions, 13 successive generations of *T. neocaledonicus* were bred on cotton leaves during the growing season of this crop in 1971-1972.

The life tables of 11 generations were constructed. The evolution of the characteristics of these generations is discussed as a function of the macro-climatic conditions. It appears that the net reproduction rate (R_0) reaches its minimum value when the mean temperature is at its highest (28.5 °C).

The intervention of predators and of the mechanical action of rain were two factors excluded from the preceding study ; a field survey, using sampling, was therefore made on unsprayed manioc plants, in order to define some important features of the evolution of the prey-predator complex formed by *T. neocaledonicus*, *Stethorus madecassus*, *Amblyseius rotundus* and *Amblyseius bibens*.

The spider mite is susceptible to the heavy showers of the rainy season, but is always present in the field. This allows the pest to reinfest the manioc as soon as better conditions return, unlike the predators closely associated with it : *S. madecassus* and *A. bibens*.

The space and time distribution of *A. rotundus* is different from the spider mite's, so this phytoseiid seems to exert only a slight control on the pest.

The comparison between results from breeding and from observations on the plantation shows that spider mites' populations increase on the foliage not long after the periods where r_m has been high.

Samples on cultivated cotton in the fields could not be done because of the effects of treatment with pesticide sprays. On this crop, the resulting disappearance of predators undoubtedly leads to an even greater dependence of the mites' population dynamics on macroclimatic conditions.

The analysis of the variations of r_m during the season, gives a good indication of the most favourable periods for outbreaks in this region.

It seems that unsprayed manioc can easily withstand the spider mites' population level resulting from the combination of unfavorable factors : showers and predators.

3. ECOPHYSIOLOGY IN THE LABORATORY

The influence of temperature and of relative humidity on the dynamics of *T. neocaledonicus* has been studied accurately in the laboratory.

At an ambient relative humidity of 50 %, the threshold of development is near 11.5 °C, whereas at a temperature of 35 °C, 85 % of the eggs die and no larvae reach the adult stage : at 25 °C, the total duration of the immature stages of development is 9.2 ± 0.1 days for females and 8.8 ± 0.2 days for males ; the mean progeny per female under these conditions is 80.3 ± 7.7 eggs.

In the trials at variable temperature, where the mean temperature corresponded to that of the experiment at constant temperature, the results were close to those obtained at a constant temperature.

The evolution of R_0 , T and r_m as a function of temperature and of relative humidity is discussed and confirms the field observations.

At a relative humidity of 80 %, fecundity reaches its maximum at a temperature close to 21 °C, but the maximum value of r_m is attained at 25 °C.

The strain under study has the highest intrinsic rate of increase at a temperature of about 26 °C and an ambient relative humidity of between 30 and 50 %.

Five populations of *T. neocaledonicus*, collected in various biotopes from different plants, were bred in order to provide information about variations in this species. All the strains differed with respect to longevity and fecundity. An important difference in longevity and fecundity between mated and unmated females has been noted for all strains.

The intrinsic rate of population increase of a *T. urticae* Malagasy strain was calculated for several combinations of temperature and of relative humidity. A comparison has been made with the values obtained previously for *T. neocaledonicus*. At a relative humidity of 50 %, the r_m of *T. urticae* is higher than that of *T. neocaledonicus* between 10 °C and 20 °C, and above 28 °C.

4. INVESTIGATIONS ON REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY

Crossings between the five strains under study indicated their genetic variability. They resulted either in incompatibility, or in hybrid inviability, or in hybrid sterility or in hybrid breakdown.

Outcrosses with several *T. urticae* males indicated; that it is not the fertilization, but only the insemination which induces the enhanced fecundity noted in *T. neocaledonicus*.

Physiological differences between strains and genetic incompatibilities incline one to consider *T. neocaledonicus* a complex of morphologically identical species.

Four series of experiments, using a marker strain, indicate that the reproductive physiology of *T. neocaledonicus* is nearly identical with that of *T. urticae*. Double mating seems to be even less frequent than with *T. urticae* and almost impossible under natural conditions.

5. DIFFERENT ASPECTS OF POSSIBLE BIOLOGICAL CONTROL TECHNIQUES

In natural environments, predators commonly hold the mites in check. The most active and the most frequent enemies of this spider mite are Acarina belonging to the *Phytoseiidae* family and to coccinellids of the genus *Stethorus*.

The comparison between population dynamics of *Stethorus madecassus* and of its prey *T. neocaledonicus* reveals the interesting characteristics of the lady beetle.

Releases of the voracious and easily-bred *Stethorus* could be profitable when predators prove insufficient.

Experiments to indicate the possibilities of genetic control, were undertaken using both males sterilized by means of γ radiation and those belonging to an incompatible strain. The results show much promise and underline the decisive role of mating competitiveness.

The introduction of incompatible males could be impressive but practical operation will need extensive preparatory research. Therefore, because of its greater simplicity, the sterile male technique may prove more economically attractive. For *T. neocaledonicus*, the best results are obtained with males irradiated at doses between 27 and 31 Kr.

GENERAL CONCLUSIONS

This work leads to conclusions referring on the one hand to geographical distribution and to competition between *T. neocaledonicus* and *T. urticae*, and on the other hand to the phenology and to the reproductive physiology of *T. neocaledonicus*. A better understanding of the ecology of the pest is obtained with a view to the more rational use of control techniques.

Madagascar is probably one of the centres of diffusion of the *T. neocaledonicus* complex. In the Great Island, the latter presents the appearance of a polyspecific community that only *T. urticae* has succeeded in penetrating. Several contributing factors favour the extension of the *T. urticae* populations on the central highlands : nearly complete destruction of the original vegetation, introduction of plants of temperate origin, climatic conditions giving an intrinsic rate of natural population increase higher than that of *T. neocaledonicus*, and finally a better resistance to pesticide treatments.

A slight variation of the monthly mean temperature, during the year, brings about an important change in the population dynamic characteristics of *T. neocaledonicus*.

The study of climatic data of a region allows the forecasting of the periods most favourable for outbreaks of this acarina.

Though mated females of *T. neocaledonicus* lay more eggs than unmated females, the reproductive physiology of this spider mite is very close to that of *T. urticae*.

INTRODUCTION

La famille des *Tetranychidae* Donnadieu (Acariens, Trombidiformes) groupe actuellement près de 800 espèces connues. Elle a retenu l'attention des chercheurs à partir du moment où des ruptures d'équilibre biologique, attribuées aux techniques culturales et en particulier à l'emploi des insecticides, entraînèrent des pullulations graves de ces acariens, sur plantes cultivées.

Aux Etats-Unis, le montant des pertes a été assez considérable durant la période 1951-1960. On a, par exemple, estimé que la récolte de pommes avait été, chaque année, réduite de 7 %, celle de fraises de 10 %, tandis que les plantations d'agrumes, de houblon et de haricots étaient également sérieusement attaquées (LE CLERG, 1965, *in* VAN DE VRIE *et al.*, 1972). Si les études sont très nombreuses dans les pays où l'agriculture cherche à atteindre de hauts rendements, les connaissances que nous avons sur les tétranyques d'Afrique tropicale comportent, par contre, bien des lacunes et l'inventaire systématique n'est souvent qu'à peine ébauché.

La répartition mondiale des espèces du genre *Tetranychus* Dufour, responsables de la plus grande partie des dégâts, montre que les représentants du complexe *Tetranychus urticae* [*Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)], jouent un rôle très important dans la zone tempérée. En région tropicale, cette prépondérance s'atténue, ou disparaît au profit d'un certain nombre de taxa, parmi lesquels *Tetranychus neocaledonicus* André se différencie nettement.

Bien qu'il soit cosmopolite, peu de travaux de biologie ont été consacrés à *T. neocaledonicus*. En Inde, où cette espèce est abondamment récoltée, son cycle a été étudié d'une façon assez succincte par RAHMAN et SAPRA (1946), tandis que ATWAL *et al.* (1969) ont entrepris quelques essais de lutte chimique. Très récemment, des souches américaines ont été utilisées comme matériel de base pour des expériences sur la physiologie de la reproduction (SMITH et BOUDREAUX, 1972) et pour des essais de régénération à la suite d'amputation (ROCKETT et WOODRING, 1972).

A Madagascar, la fréquence de cette espèce, sur les plantes les plus diverses, est assez surprenante ; on la retrouve dans toutes les parties de l'île. Les infestations ont une incidence économique sur cotonnier et sur plusieurs cultures vivrières des régions sèches et sub-arides de l'Ouest et du Sud-Ouest.

Pour quelles raisons ce tétranyque est-il aussi répandu dans la Grande Ile ? Comment expliquer l'inégalité de son importance économique selon les régions ? Quelles sont les conditions les plus favorables aux pullulations ? Quelles méthodes de lutte peut-on envisager en cas d'infestation ?

Telles sont les principales questions auxquelles nous avons essayé de fournir des éléments de réponse.

L'essentiel de nos observations et de nos expériences a été effectué sur cotonnier, puisqu'il apparaît que cette culture, en pleine expansion, est la plus sensible aux dégâts de ce ravageur.

Après avoir vérifié l'identité des principales caractéristiques morphologiques entre souches de différentes provenances, nous avons entrepris des études écologiques dans la nature, en examinant plus particulièrement l'influence du macroclimat sur la répartition géographique, mais aussi sur les fluctuations des populations dans un biotope donné.

Les résultats des observations sur le terrain ont été comparés à ceux obtenus en laboratoire, et certains traits de la physiologie de la reproduction précisés. L'ensemble des données recueillies a été reconsidéré, pour aborder enfin quelques aspects des méthodes visant à limiter les populations de cet acarien phytophage.

CHAPITRE PREMIER

MATÉRIEL D'ÉTUDE, CONDITIONS EXPÉRIMENTALES ET RAPPEL DES DÉFINITIONS DES CARACTÉRISTIQUES D'UNE POPULATION

1. POSITION SYSTÉMATIQUE, RÉPARTITION ET PLANTES HÔTES DE *T. NEOCALEDONICUS*

1.1. Position systématique.

D'après la distinction établie par BERLESE (1913), les *Tetranychidae* se subdivisent en 2 sous-familles : les *Bryobiinae* et les *Tetranychinae*. Le genre *Tetranychus* est apparemment le plus évolué de la sous-famille des *Tetranychinae*, elle-même plus évoluée que la sous-famille des *Bryobiinae* (GUTIERREZ, HELLE et BOLLAND, 1970).

Se basant sur plusieurs femelles récoltées sur cotonnier, en Nouvelle-Calédonie, ANDRÉ a décrit, en 1933, une nouvelle espèce de *Tetranychinae* qu'il nomma *Eotetranychus neocaledonicus*. Cette description était tout à fait insuffisante, puisque pour la plupart des *Tetranychidae*, seuls les mâles permettent la distinction des espèces.

En 1940, RAHMAN et SAPRA décrivent à leur tour l'espèce *Tetranychus cucurbitae*, récoltée au Punjab, sur 55 plantes différentes. Ces auteurs disposent de mâles et de femelles mais leurs illustrations, assez confuses, permettent toutes les interprétations possibles.

En 1950, McGRÉGOR décrit d'une façon très précise *Tetranychus equatorius* prélevé sur *Phaseolus* aux Iles Hawaii.

PRITCHARD et BAKER (1955), dans leur révision de la famille des *Tetranychidae*, mettent en synonymie *T. equatorius* et *T. cucurbitae*, après avoir examiné des tétranyques provenant des Iles Hawaii et de l'Inde.

En 1959, ANDRÉ, étudiant des acariens récoltés par DELATTRE, sur cotonnier, à Tuléar (Madagascar), reconnaît les femelles de l'espèce qu'il avait nommée en 1933 et complète sa description, en donnant un dessin de l'aedéage du mâle. La comparaison avec *T. cucurbitae* et *T. equatorius* lui permet d'affirmer qu'il s'agit de la même unité taxonomique et qu'il y a synonymie entre : *T. neocaledonicus* André, *T. cucurbitae* Rahman et Sapra et *T. equatorius* McGrégor.

Tous les auteurs ont admis cette conclusion de M. ANDRÉ, mais un doute subsistait puisque aucun mâle de *T. neocaledonicus* provenant de Nouvelle-Calédonie n'avait encore été examiné.

Nous n'avons pu identifier des individus des deux sexes qu'en 1968, sur des prélèvements effectués en avril 1968, à Nouméa (Réc. : COCHEREAU), sur *Phaseolus atropurpureus* Moç. et Sesse et sur *Cajanus indicus* Spreng. (GUTIERREZ et VAN ZON, 1973).

1.2. Morphologie externe ⁽¹⁾.

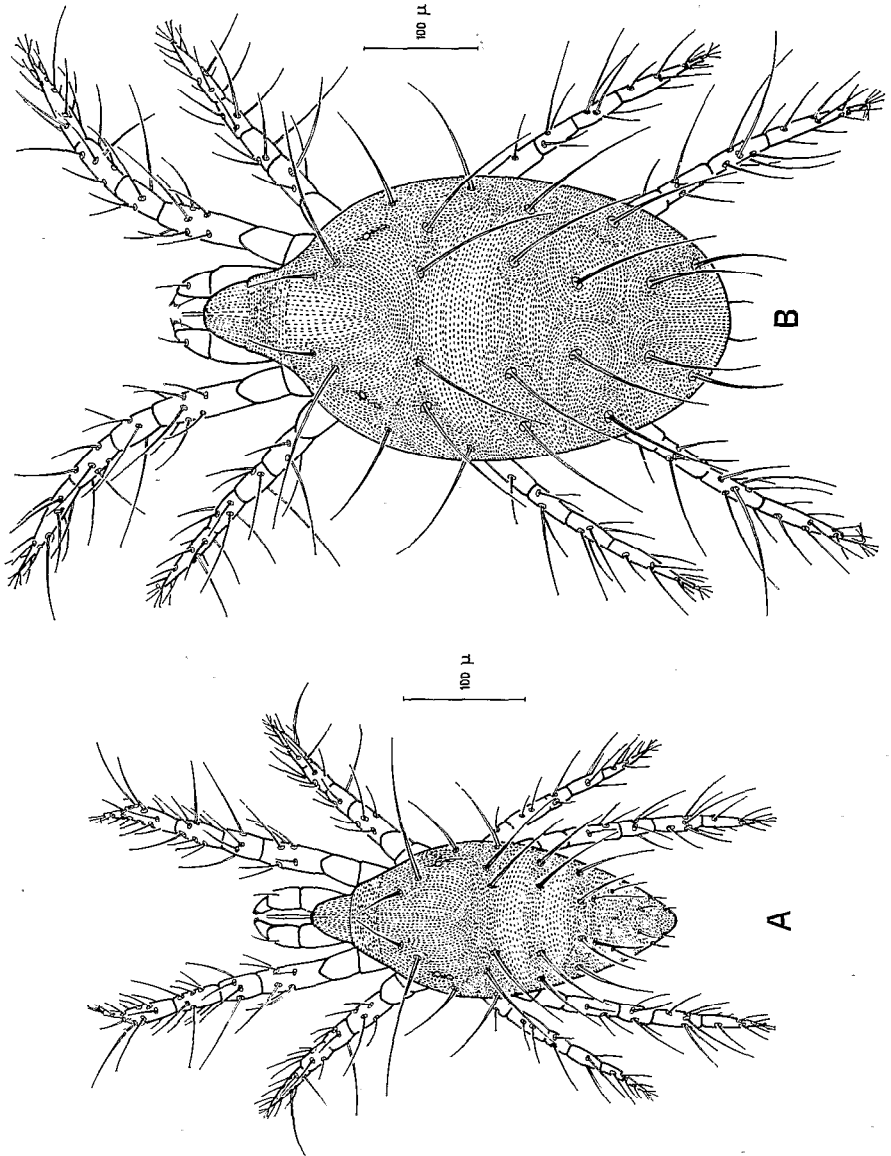


FIG. 1. — *T. neocaledonicus*. A, mâle face dorsale ; B, femelle face dorsale.

⁽¹⁾ Les photographies des planches III, IV et V ont été réalisées au microscope électronique à balayage du Laboratoire d'Ecologie générale du Muséum national d'Histoire naturelle à Brunoy.

— *Mâle*. Le mâle (Fig. 1, A) a la forme d'un fuseau de couleur jaunâtre avec de légères taches de nutrition, plus sombres sur les côtés de l'hysterosoma. La longueur du corps varie de 280 à 350 μ selon les individus, la largeur la plus grande de 100 à 150 μ .

L'aedéage (Fig. 2, E), très caractéristique, est terminé par un petit bulbe. Les extrémités du pérित्रème (Fig. 2, I), en forme de crochet, sont en relation avec 4 stigmates allongés, groupés par 2, de chaque côté du cône buccal (Pl. V, A et B).

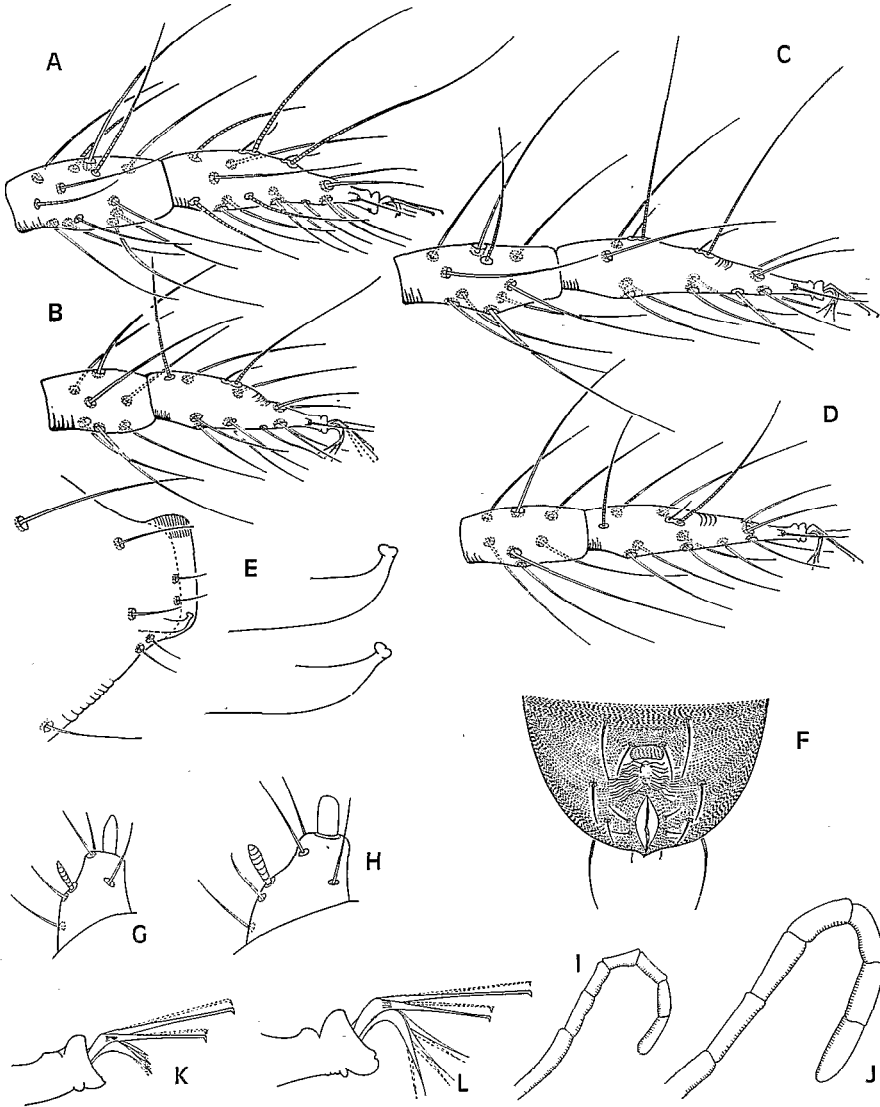
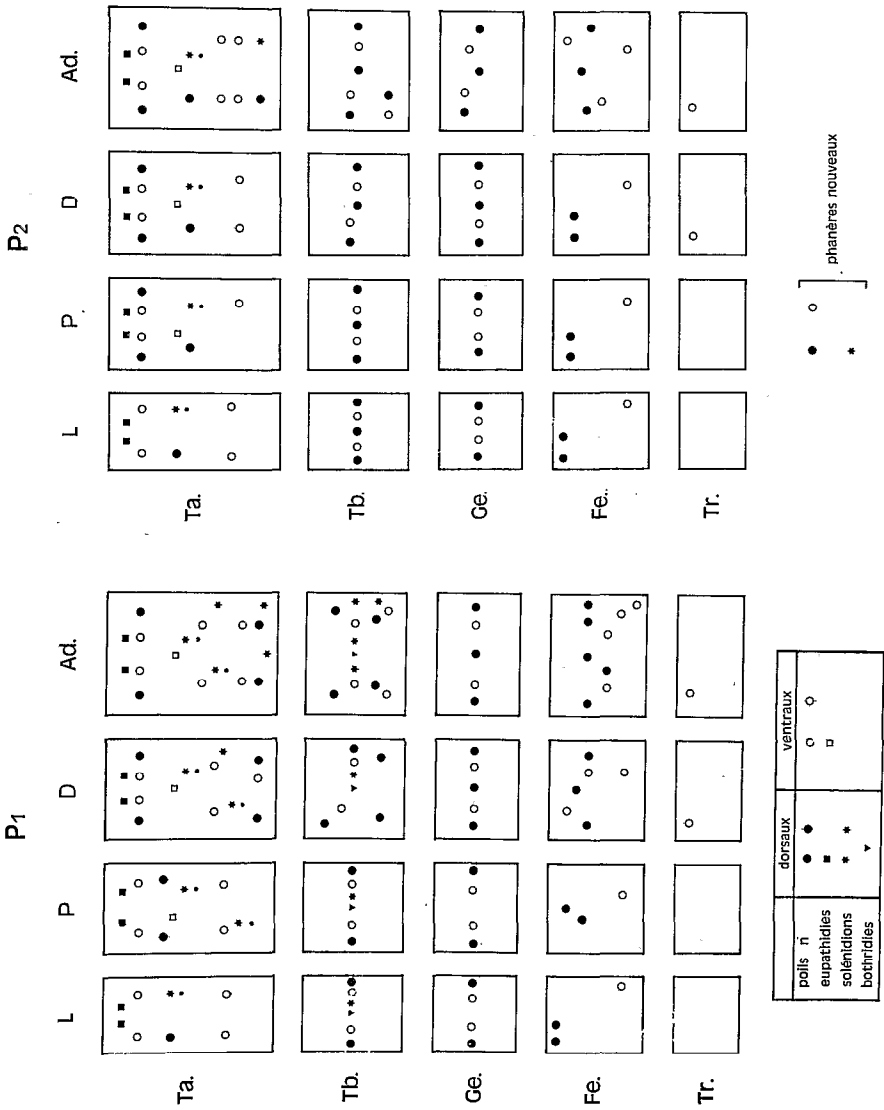
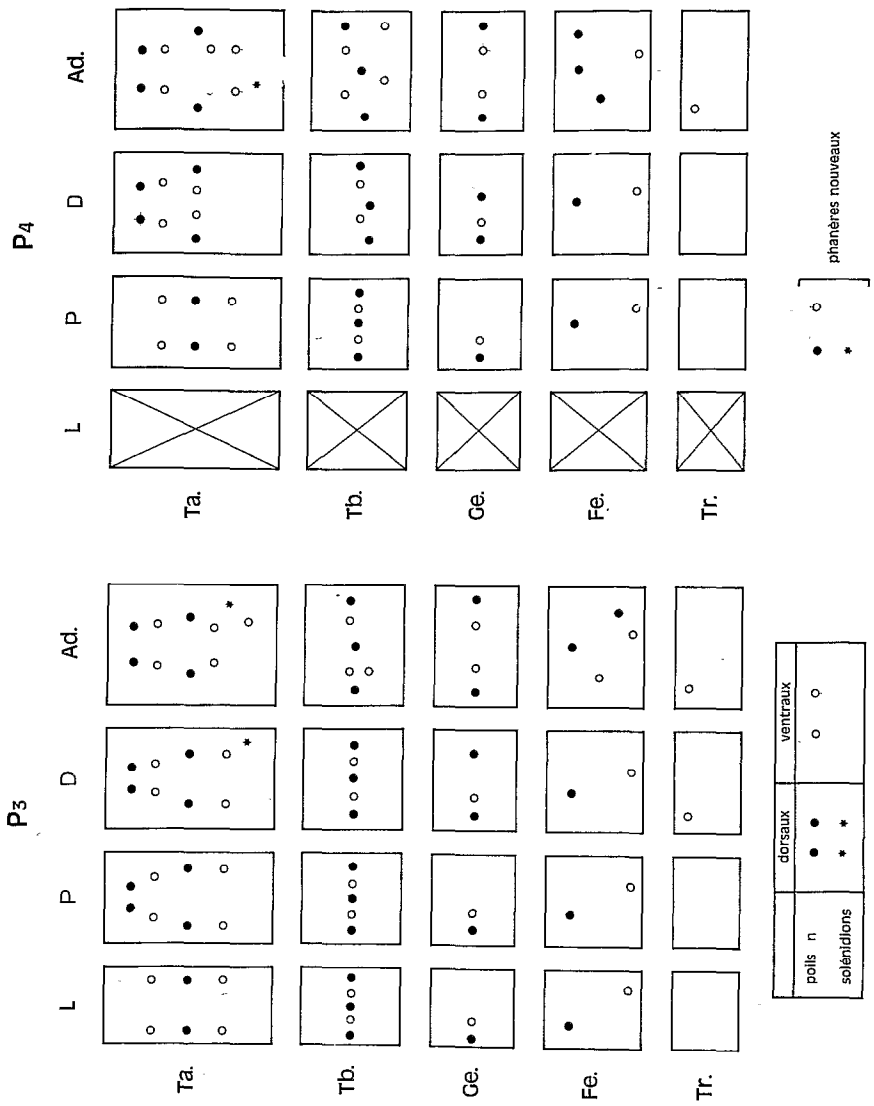


FIG. 2. — *T. neocaledonicus* : A, tibia et tarse I mâle ; B, tibia et tarse II mâle ; C, tibia et tarse I femelle ; D, tibia et tarse II femelle ; E, aedéage ; F, aire génitale femelle ; G, segment terminal du palpe mâle ; H, segment terminal du palpe femelle ; I, terminaison du pérित्रème mâle ; J, terminaison du pérित्रème femelle ; K, extrémité du tarse I mâle ; L, extrémité du tarse I femelle.



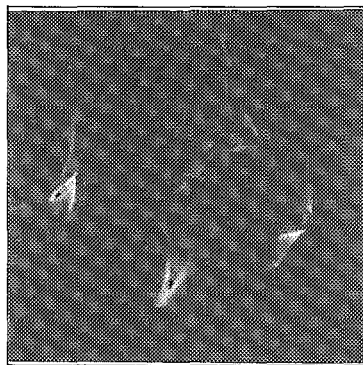
Pl. I. — *T. neocaledonicus*. Evolution de la chaetotaxie des pattes I et II au cours de l'ontogénèse.
(D'après ROBAUX et GUTIERREZ, 1973.)



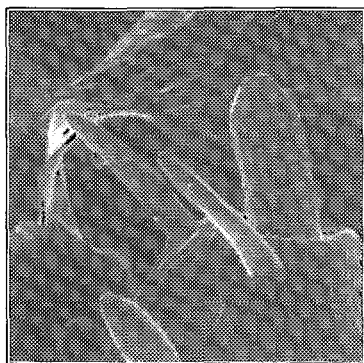
Pl. II. — *T. neocaledonicus*. Evolution de la chaetotaxie des pattes III et IV au cours de l'ontogénèse.
(D'après ROBAUX et GUTIERREZ, 1973.)



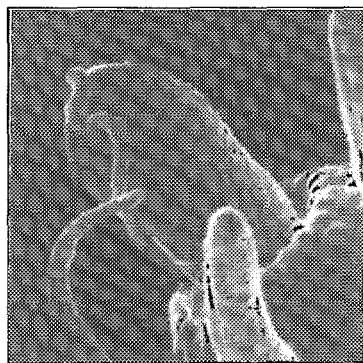
A



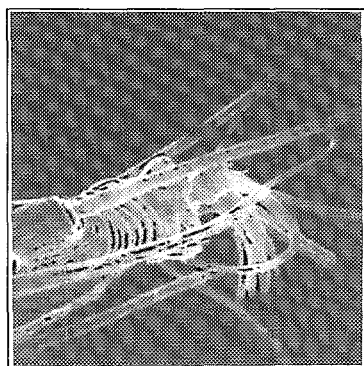
B



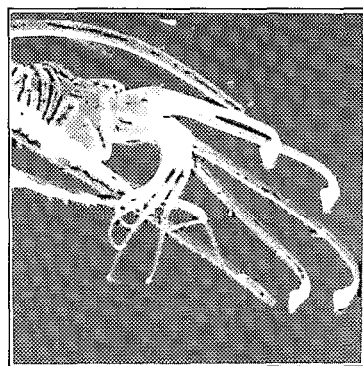
C



D



E



F

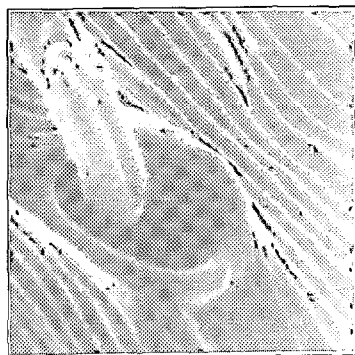
P. III. — Mâle de *T. neocaledonicus*, photographies au microscope électronique à balayage : A, Bouche entourée des 2 palpes ; B, Bouche très grossie ; C, Extrémité du tarse palpaire avec eupathidie filière distale entourée de 2 autres eupathidies ; D, Eupathidie filière sécrétant un fil de soie ; E, Extrémité du tarse I ; F, Extrémité du tarse II. (Echelle : 1 division = 1 μ .) (D'après ROBAUX et GUTIERREZ, 1973.)



A



B



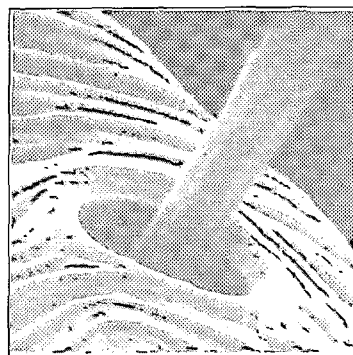
C



D



E

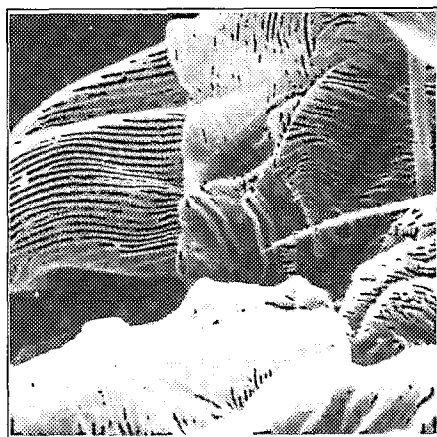


F

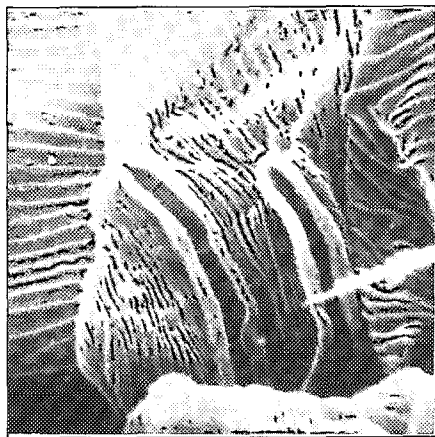
Pl. IV. — Mâle de *T. neocaledonicus*, photographies au microscope électronique à balayage des embases des différents types de soies : A, Soies ordinaires : soies tectales (distalement) et dorsales du tarse III ; B, Soie ordinaire : soie latéro-dorsale du tibia I ; C, Idem à un grossissement double ; D, Soies duplex postérieures du tarse I ; E, Solénidion sexuel du tibia I ; F, Poil bothridique du tibia I.

(Echelle : 1 division = 1 μ .)

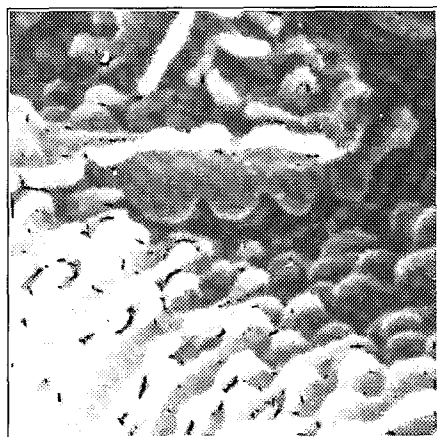
(D'après ROBAUX et GUTIERREZ, 1973.)



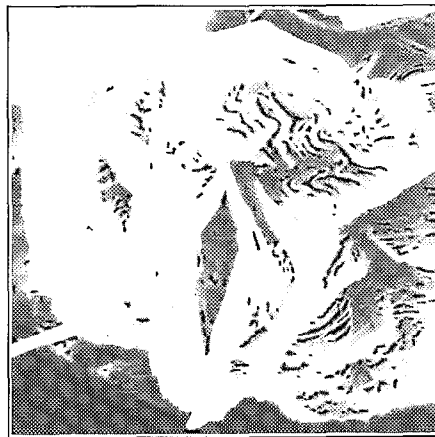
A



B



C



D

Pl. V. — *T. neocaledonicus*, photographies au microscope électronique à balayage : A, Aspect des stigmates sur le côté du cône buccal du mâle ; B, Idem à un grossissement double ; C, Lobes des stries dorsales propodosomales de la femelle ; D, Aire génitale de la femelle. (Echelle : 1 division = 1 μ .)

(D'après ROBAUX et GUTIERREZ, 1973.)

L'eupathidie filière distale du tarse palpaire (Fig. 2, G ; Pl. III, C et D) est 2,5 fois plus longue que large. L'empodium du tarse I (Fig. 2, K ; Pl. III, E), constitué par 3 paires de soies très courtes, forme une petite griffe.

Les diagrammes des planches I et II donnent la chétotaxie de chaque article de chaque patte, pour chaque stade de développement, mais, en pratique, c'est la disposition des soies des tibias et tarses I et II du stade adulte qui est la plus étudiée (Fig. 2, A et B).

Le tibia I a 9 soies anisotropes (« tactile setae », selon la terminologie anglo-saxonne) correspondant à 8 soies ordinaires et 1 soie bothridique, et 4 soies isotropes (« sensory setae ») correspondant à 4 solénidions.

Le tarse I porte 12 soies ordinaires, 3 eupathidies et 5 solénidions. Les 2 paires de soies doubles du tarse I (« duplex setae ») sont formées d'une courte soie ordinaire proximale et d'un long solénidion distal (Pl. IV, D).

Le tibia II a 7 soies ordinaires, le tarse II : 11 soies ordinaires, 3 eupathidies et 2 solénidions. Le tarse II ne comporte qu'une paire de soies doubles, constituée comme les soies doubles du tarse I.

— *Femelle*. La femelle (Fig. 1, B) de forme ovale, est d'une couleur rouge vermillon, à l'exception des pattes qui sont plus claires. La longueur du corps varie de 370 à 470 μ environ, la largeur la plus grande de 200 à 250 μ . Les stries du clapet génital sont transversales, tandis que celles qui sont situées juste au-dessus, sont longitudinales (Fig. 2, F). Les lobes des stries dorsales propodosomales sont assez régulièrement arrondies (Pl. V, C).

L'eupathidie filière distale du tarse palpaire est 2 fois plus longue que large. L'empodium de chaque patte est constitué, comme celui de la patte I (Fig. 2, L), par 3 paires de soies souples.

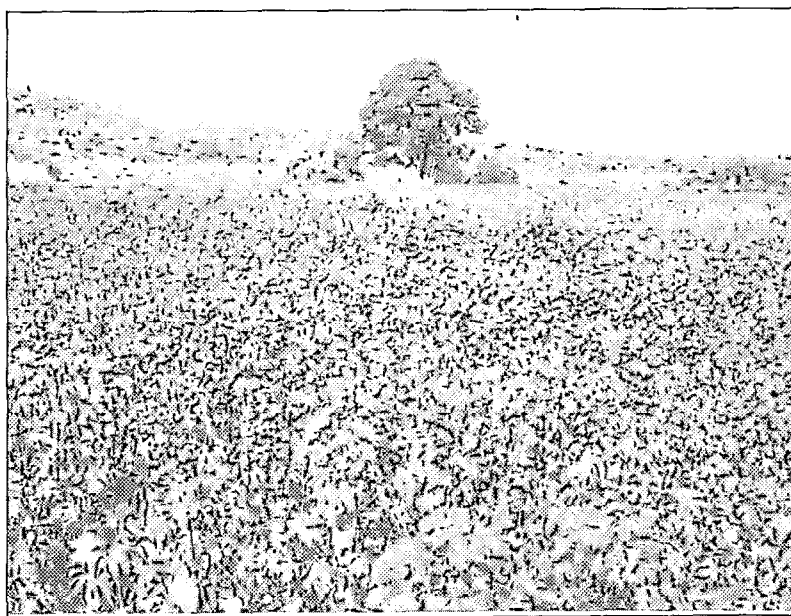
Le tibia I a 8 soies ordinaires, 1 soie bothridique et 1 solénidion, le tarse I : 12 soies ordinaires, 3 eupathidies et 3 solénidions.

Le tibia II porte 7 soies ordinaires, le tarse II : 11 soies ordinaires, 3 eupathidies et 2 solénidions.

1.3. Répartition dans le monde et plantes hôtes.

T. neocaledonicus est répandu dans toute la zone intertropicale du globe. Il a été récolté et identifié :

- en Nouvelle-Calédonie (ANDRÉ, 1933 ; GUTIERREZ & VAN ZON, 1973) ;
- en Australie, au Queensland (DAVIS, 1968) ;
- aux Iles Fidji, aux Iles Hawaïi, au Venezuela et à Porto-Rico (MCGREGOR, 1950) ;
- aux Philippines (RIMANDO, 1962) ;
- à Formose (EHARA, 1969) ;
- à Hong-Kong (EHARA et LEE, 1971) ;
- aux Etats-Unis, en Floride et dans une serre de New York (PRITCHARD et BAKER, 1955 ; SMITH et BOUDREAUX, 1972) ;
- aux Bahamas (PRITCHARD et BAKER, 1955) ;
- au Brésil (FLECHTMANN et BAKER, 1970 ; PASCHOAL, 1970) ;
- au Pendjab (RAHMAN et SAPRA, 1940) ;
- en Afrique : au Kenya, en Rhodésie et au Congo (BAKER et PRITCHARD, 1960) ; au Mozambique (MEYER et RODRIGUES, 1965 ; RODRIGUES, 1968) ;

**A****B**

Pl. VI. — Aspects des dégâts de *T. neocaledonicus* : A, Sur feuilles d'arachide (Ihosi, essai, I.R.A.M., mai 1968) ; B, Forte infestation sur cotonniers cultivés sur sables dunaires, en fin de végétation (Tuléar, S.E.DE.FI.TA., juin 1965).

au nord de l'Afrique du Sud (MEYER, 1965); en Egypte (ATTIAH, 1969); au Dahomey (GUTIERREZ et VAN ZON, 1973);

— à l'Ile Maurice (MOUTIA, 1958; BAKER et PRITCHARD, 1960).

Nous avons eu l'occasion de l'observer sur le terrain et de le récolter aux Seychelles, aux Comores, à La Réunion et à l'Ile Maurice (GUTIERREZ, 1968 et 1974 c), mais c'est à Madagascar que nous l'avons le plus fréquemment rencontré et que nous avons noté les plus fortes infestations.

A Madagascar, nous avons effectué 230 prélèvements de cette espèce sur près du tiers des familles d'Angiospermes que compte la Grande Ile (59 familles/198). Les plantes les plus attaquées appartiennent aux familles des Compositées (*Vernonia*), des Convolvulacées (*Ipomoea*), des Cucurbitacées (*Citrullus*, *Cucurbita*, *Sechium*), des Euphorbiacées (*Manihot*), des Malvacées (*Gossypium*, *Hibiscus*) et des Papilionacées (*Arachis*, *Phaseolus*). (Cf. en annexe, la liste complète des plantes hôtes remarquées, classées par familles.)

1.4. Dégâts.

Les représentants du genre *Tetranychus* vivent à la face inférieure des feuilles. Ils attaquent les cellules du parenchyme dont ils vident le contenu, avec leurs stylets chélicéraux, tandis que leur pharynx fonctionne comme une pompe (BLAUVELT, 1945; BAKER et CONNEL, 1963).

Suivant l'espèce incriminée et suivant le nombre d'acaréens, la plante peut simplement perdre de sa vigueur, avoir ses feuilles déformées ou tachetées, mais risque aussi de subir une défoliation plus ou moins précoce.

Dans le cas particulier de *T. neocaledonicus*, la formation des colonies, commence au départ des nervures. Seules les femelles sont visibles à l'œil nu, elles tissent des toiles à l'abri desquelles se développent les œufs et les larves.

Sur cotonnier, l'attaque débute à n'importe quel niveau de la végétation, mais le plus souvent dans les parties hautes. Il y a d'abord formation de taches claires sur la face supérieure des feuilles, à l'opposé de l'emplacement des colonies, puis les zones décolorées s'étendent entre les nervures et couvrent presque toute la surface foliaire. On peut compter jusqu'à 500 à 600 femelles par feuille. Le feuillage des parcelles atteintes prend un aspect gris qui devient bronzé ou même rougeâtre en fin de saison, sous l'effet d'une intoxication de la plante ou d'une carence exagérée par la présence des tétranyques.

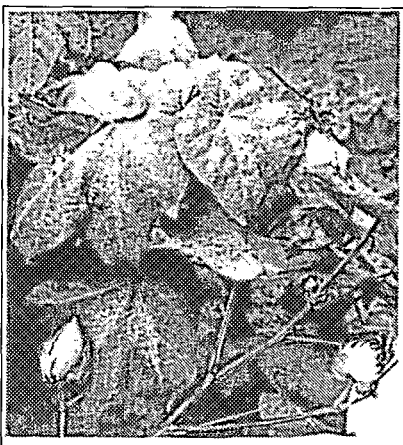
Planche VI, la photographie A montre la décoloration des folioles d'une plantation d'arachides attaquée par *T. neocaledonicus*; la photographie B représente un champ de cotonniers fortement infestés, en fin de végétation.

Planche VII, les photographies A, B et C permettent de voir l'aspect des dégâts sur cotonnier, suivant le stade de développement de la plante. Sur jeunes plants, au stade de la préfloraison, les feuilles présentent d'importantes plages décolorées; plus tard, au stade de la maturation des capsules, les symptômes sont moins visibles du fait de l'épaississement du limbe. C'est au stade de la déhiscence des capsules que le phénomène, exagéré par la sécheresse, est le plus spectaculaire.

Nous n'avons pas effectué de mesures précises sur les réductions de rendement, dues aux seules attaques de *T. neocaledonicus*. La difficulté provient, en grande partie, du fait que la pulvérisation d'acaricides, dans les parcelles



A



B



C

Pl. VII. — Dégâts de *T. neocaledonicus* sur cotonnier, selon le stade de développement de la plante : A, Sur jeunes plants, au stade de la préfloraison (Tuléar, I.R.C.T., janvier 1972) ; B, Au stade de la maturation des capsules (Ihosi, essai I.R.A.M., mai 1968) ; C, Au stade de la déhiscence des capsules. Le brunissement du feuillage qui apparaît sur la photographie, correspond en réalité à un rougissement (Tuléar, S.E.DE.FI.TA., juin 1965).

sans acarïens, a également une action insecticide non négligeable. Les infestations artificielles sur d'assez grandes parcelles sont aléatoires et les mesures de rendement sur petites surfaces exigent l'utilisation d'un terrain très homogène que nous n'avons pas pu nous procurer. Ce problème a toutefois été étudié par plusieurs auteurs, mais pour d'autres espèces du genre *Tetranychus*. Selon CANNERDAY et ARANT (1964 a et b), en Alabama, une attaque précoce de *T. cinnabarinus* diminue la qualité du coton récolté et abaisse le rendement en graines de 14 à 44 %, suivant le degré d'infestation. *Tetranychus pacificus* McGregor, entraîne un rapide rougissement des feuilles et une défoliation totale en une quarantaine de jours ; une attaque tardive réduit le rendement en graines de 13 à 22 %.

SIMONS (1964) a fait des observations sur la chute des feuilles cotylédonaïres de cotonnier, sous l'influence de *Tetranychus atlanticus* McGregor [= *Tetranychus turkestanus* (Ugarov et Nikolski)] et de *T. cinnabarinus*. Cette chute est 2 fois plus rapide avec *T. atlanticus* qu'avec *T. cinnabarinus*, mais dans la nature, la différence entre les 2 espèces s'estompe et dépend surtout du nombre de femelles qui interviennent.

Plus récemment, DE OLIVEIRA (1971), au Brésil, a estimé que, selon l'importance des pullulations, *T. urticae* diminue le rendement en graines de 7,8 à 25,5 % et affecte la qualité de la fibre.

T. neocaledonicus provoque des dégâts assez voisins de ceux de *T. cinnabarinus*, en ce sens qu'il ne produit pas de défoliation ; nous ne pensons cependant pas que les réductions de rendement, sous l'effet d'une infestation naturelle, soient aussi importantes que celles qui ont été notées par CANNERDAY et ARANT.

Sur la station I.R.C.T. de Tuléar, entièrement irriguée, on estime que les acarïens entraîneraient une perte de 5 à 10 % de la récolte, si l'on n'associait pas d'acaricides aux traitements insecticides classiques (PEYRELONGUE, comm. pers.). Il est certain que ce chiffre est plus élevé dans les régions de culture sèche et de culture de décrue où les attaques sont plus spectaculaires.

2. DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA BIOLOGIE DES TETRANYCHIDAE

2.1. Stades de développement.

Entre l'œuf et l'adulte, les tétranyques passent par 3 stades larvaires actifs alternant avec 3 stades de repos.

Chez le genre *Tetranychus*, l'œuf est sub-sphérique. Déposé simplement sur la feuille ou suspendu dans les toiles, il a un diamètre d'environ 120 μ ; il est opalescent à la ponte, mais devient blanchâtre à maturité, les yeux de la larve étant nettement visibles peu avant l'éclosion.

L'œuf donne naissance à une larve hexapode (*L*) qui se nourrit activement puis entre dans une première phase de repos (*R*₁) ou protochrysalide. Le stade actif suivant est la protonymphé (*P*) déjà octopode ; puis c'est une deuxième phase de repos (*R*₂) ou deutochrysalide, suivie du dernier stade larvaire ou deutonymphé (*D*) qui se distingue de la protonymphé par la taille. A partir du

stade deutonymphe, la différence entre les individus qui donneront des mâles et ceux qui donneront des femelles s'établit nettement. Les premiers sont de petite taille, avec un abdomen étroit et jaunâtre tandis que les seconds sont plus développés, plus ronds et de couleur rosée. C'est enfin le troisième stade de repos (R_3) ou teliocrysalide auquel fait suite l'adulte.

La température permettant d'avoir le développement le plus rapide (7 à 12 jours) se situe, chez la plupart des espèces, entre 24 et 29,5 °C (BOUDREAUX, 1963).

2.2. Reproduction.

2.2.1. GAMÉTOGÈNESE ET MODE DE REPRODUCTION.

La reproduction par parthénogenèse haploïde arrhénotoque semble être la généralité chez ce groupe de Trombidiformes. Quelques espèces de la sous-famille des *Bryobiinae* et une espèce de *Tetranychinae* sont cependant dépourvues de mâles et se reproduisent par parthénogenèse thélytoque.

SCHRADER (1923) a démontré cytologiquement que les mâles ont n chromosomes et les femelles $2n$ chromosomes. Le nombre de chromosomes le plus fréquent dans la famille est $n = 3$, c'est d'ailleurs celui de *T. urticae* et de *T. neocaledonicus* (SCHRADER, 1923; HELLE et BOLLAND, 1967; GUTIERREZ, HELLE et BOLLAND, 1970; HELLE, GUTIERREZ et BOLLAND, 1970).

D'après PIJNACKER et DRENT-H-DIEPHUIS (1973), chez le mâle de *T. urticae*, les cellules germinales se multiplient par mitoses asynchrones et on ne voit pas de spermatocytes, ce qui signifie qu'il n'y a pas de méiose. Les spermatozoïdes se forment dès le stade deutocrysalide (R_2); ils sont constitués d'un noyau sphérique entouré de 2 couches de cytoplasme; membrane nucléaire et mitochondries n'existent apparemment pas. La production de spermatozoïdes est continue pendant toute la vie des mâles même s'il n'y a pas de copulation.

Les ovaires des femelles qui viennent d'éclore, comprennent des oogonies, des oocytes et des trophocytes. Les oocytes proviennent d'une méiose normale; ils sont disposés à la surface de l'ovaire et reliés aux trophocytes par un filament (FEIERTAG-KOPPEN, in HELLE et OVERMEER, 1973).

Les conséquences de la reproduction par parthénogenèse arrhénotoque sur le potentiel évolutif des espèces, ont été étudiées par HELLE (1965 a et b) puis par HELLE et VAN ZON (1967).

Il y a forte tendance à l'homozygotie et faible capacité de stockage des gènes non favorables à l'espèce, que les mutations soient récessives ou dominantes. Une recombinaison des gènes se produit au début du développement des femelles mais, chez les mâles, du fait de l'haploïdie, même les caractères récessifs, dans la mesure où ils ne sont contrôlés que par un seul gène, sont mis en évidence immédiatement chez la moitié des individus. Les mutations favorables ont par conséquent beaucoup plus de chances d'être exploitées que dans une espèce diploïde; elles sont révélées par la sélection puisque exprimées phénotypiquement chez les mâles.

La parthénogenèse haploïde entraîne une réduction de la variabilité génétique à l'intérieur d'une population et une augmentation des différences entre les souches d'une même espèce. Les espèces auront souvent tendance à former des complexes.

2.2.2. ACCOUPLEMENT.

L'accouplement a lieu presque immédiatement après la sortie des jeunes femelles. Un ou plusieurs mâles attirés par une phéromone (CONE *et al.*, 1971 a et b) attendent la rupture de l'exuvie, à proximité de la téliochrysalide femelle. Le mâle rampe sous la femelle dont il retient les troisièmes et quatrièmes paires de pattes avec ses pattes antérieures. L'extrémité de son hystérosoma est recourbée vers le haut, de telle sorte que son aedéage vient au niveau du pore de copulation de la femelle.

A 25 °C, la durée du chevauchement varie de 2'50" à 3'15" chez *T. urticae* (OVERMEER, 1972), mais elle peut durer 15' chez d'autres espèces (HELLE et OVERMEER, 1973).

L'anatomie de l'appareil génital a été étudiée surtout chez *T. urticae*. Le mâle n'a qu'un testicule scindé en 2 lobes, 2 vésicules séminales, une pompe spermatique, un canal éjaculateur et un aedéage (PIJNACKER et DRENTH-DIEPHUIS, 1973). BOUDREAUX (1963) pense que cet aedéage des *Tetranychidae* résulte probablement d'une convergence avec les insectes, puisque chez les autres acariens, il y a un spermatophore transféré à l'aide des pédipalpes ou des chélicères.

L'appareil génital des femelles comprend 2 ovaires réunis en un seul sac, un oviducte unique, un vagin et un réceptacle séminal (BLAUVELT, 1945). Du fait de leur petite taille, la disposition exacte de ces organes était demeurée mal connue, jusqu'à une date récente.

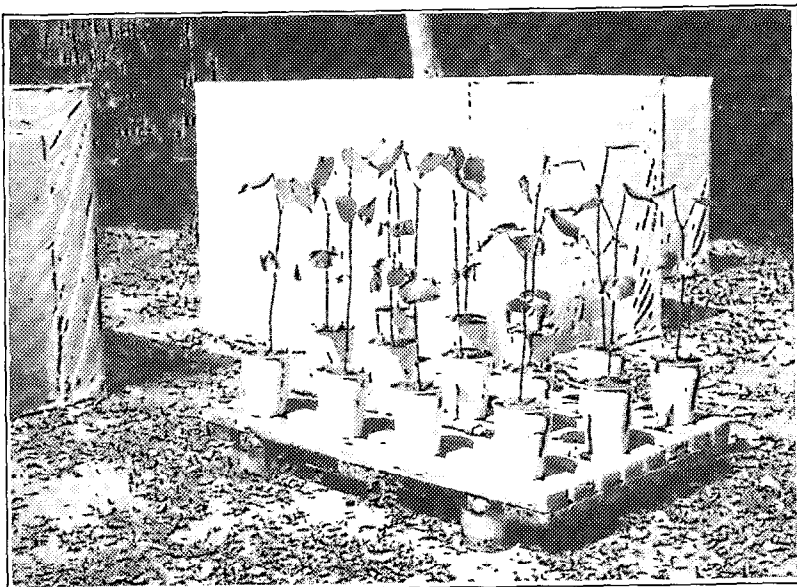
On a longtemps cru que le réceptacle séminal était relié à la partie postérieure du vagin, par l'intermédiaire d'un canal étroit (BLAUVELT, 1945 ; ANWARULLAH, 1963 ; DOSSE et LANGESCHIEDT, 1964). C'est VAN EYNDHOVEN (communications personnelles citées par HELLE en 1967, par OVERMEER en 1967 et enfin par SMITH et BOUDREAUX en 1972) qui le premier, observa chez plusieurs espèces de *Tetranychidae*, l'unique canal reliant le réceptacle séminal à l'extérieur et aboutissant à un pore distinct de l'orifice génital. L'observation de VAN EYNDHOVEN a été confirmée, à l'aide de coupes histologiques par SMITH et BOUDREAUX (1972), sur 5 espèces de *Tetranychini* dont *T. urticae* et *T. neocaledonicus*. A la suite d'autoradiographies de femelles de *T. neocaledonicus* accouplées à des mâles dont le sperme a été préalablement marqué par un traceur radioactif, les mêmes auteurs ont émis l'hypothèse, suivant laquelle, les spermatozoïdes quittent la spermathèque et se déplacent dans l'hémolymph, jusqu'aux ovaires.

3. TECHNIQUES D'ÉLEVAGE

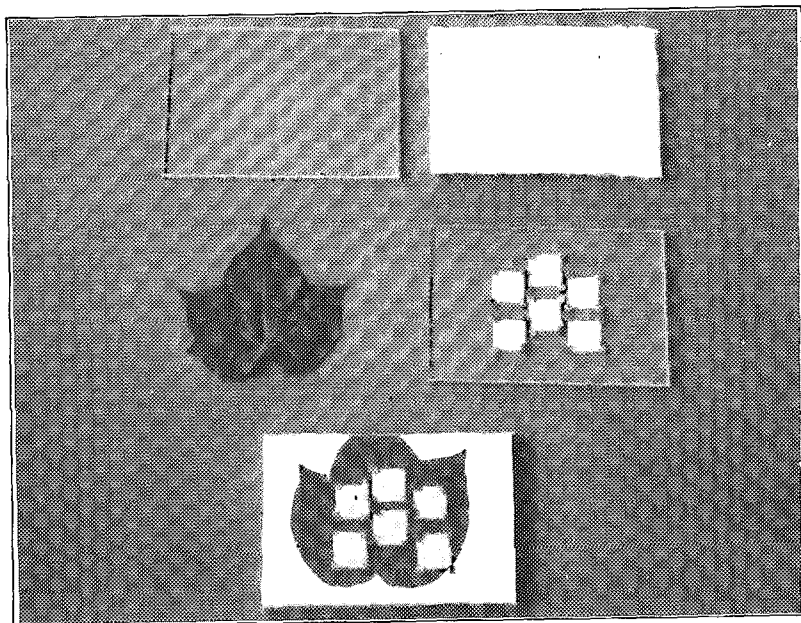
3.1. Les différentes techniques.

Du fait de leur mode de déplacement et de leurs petites dimensions, les tétranyques peuvent être élevés sur des surfaces réduites. Leur observation sous loupe binoculaire s'opère directement, sans anesthésie.

Trois techniques d'élevages ont été utilisées au cours de cette étude : élevage sur feuille isolée non détachée de la plante, élevage en logettes de plexiglas et élevage sur disque de feuille.



A



B

Pl. VIII. — Techniques d'élevage : A, Ensemble de pots utilisés pour les élevages sur feuilles isolées ; B, Logettes en plexiglas avec couvercle formé par des carrés de soie à blutter, utilisées pour les élevages en ambiance artificielle.

3.1.1. ELEVAGE SUR FEUILLE ISOLÉE NON DÉTACHÉE DE LA PLANTE (Pl. VIII, A).

Nous utilisons de jeunes plants de cotonniers cultivés dans de petits pots en matière plastique. Les deux feuilles qui suivent les feuilles cotylédonaire sont isolées par un anneau de glu entourant le pétiole, la base de la tige est également entourée d'un anneau de glu, pour plus de sécurité.

Les tétranyques déposés à la face supérieure des feuilles gagnent immédiatement la face inférieure sur laquelle ils vivent dans les mêmes conditions que dans la nature. On pince les tiges au fur et à mesure du développement du pied, afin d'éviter la formation d'autres feuilles au cours de l'expérience.

Les pots sont disposés en plein air, sur caillebotis et protégés par un cadre portant une toile moustiquaire à mailles fines, laissant passer la lumière de façon satisfaisante. Le cadre est recouvert d'une bâche en matière plastique formant toit, en cas de forte averse, de façon à mettre les plants à l'abri de l'action mécanique de la pluie. Les feuilles isolées, sur la face inférieure desquelles vivent les tétranyques étudiés, sont à environ 50 cm au-dessus du sol.

D'après les travaux de FYE et BONHAM (1969), complétés par FYE (1972), la corrélation entre la température, à la face inférieure des feuilles de cotonnier (y) et la température de l'air sous abri (x), est hautement significative. On peut estimer la température à la face inférieure des feuilles par l'expression : $y = 0,98 x - 0,47$. Nous faisons donc une approximation n'entraînant pas une erreur importante, en considérant que la température à la face inférieure des feuilles est la même que sous abri.

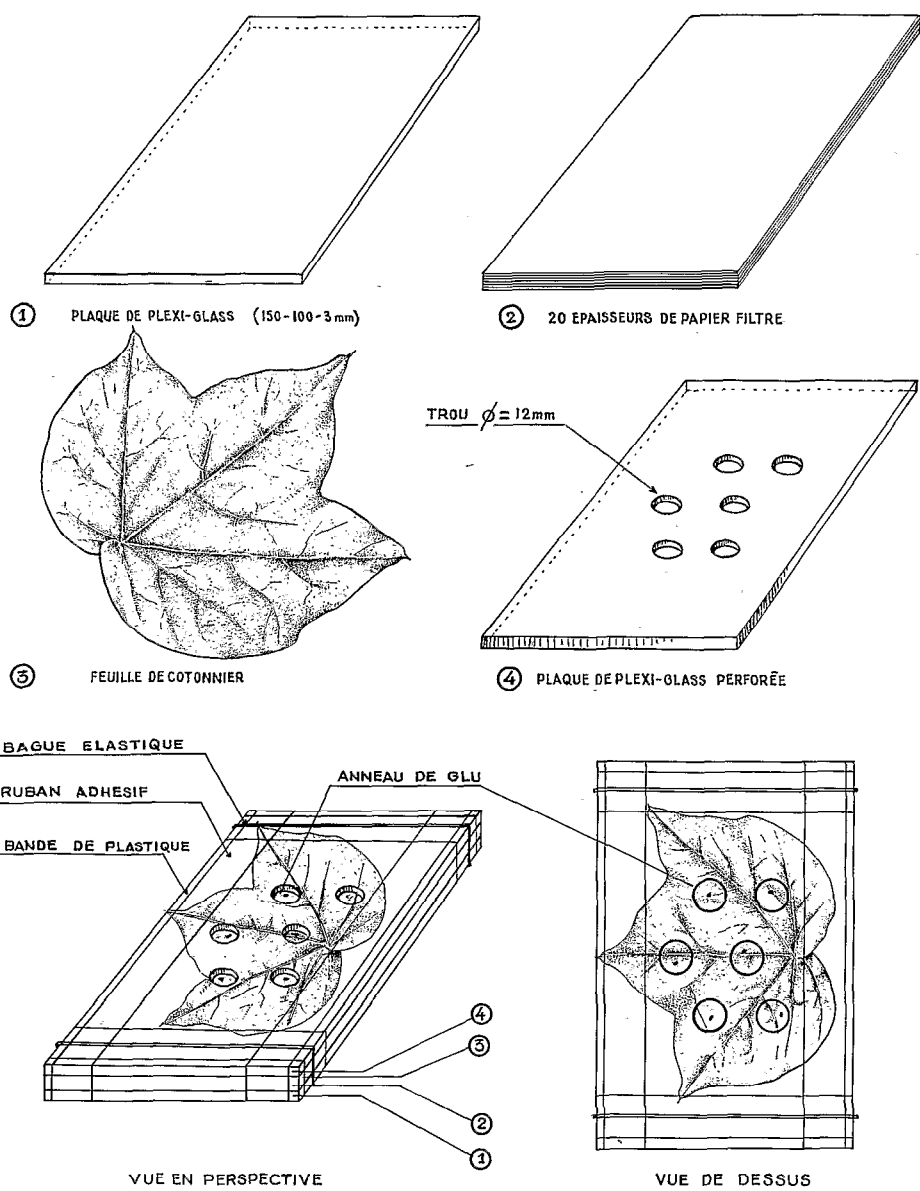
3.1.2. ELEVAGE EN LOGETTES DE PLEXIGLAS (Pl. VIII, B ET Pl. IX).

Ce type d'élevage s'inspire de la méthode utilisée par NICKEL (1960). Les tétranyques sont élevés à la face supérieure de feuilles de cotonnier, préalablement détachées, dans des cellules rondes de 12 mm de diamètre et de 3 mm d'épaisseur. L'exposition de la face supérieure de la feuille à l'atmosphère ambiante, assure une meilleure conservation du végétal. La feuille de cotonnier, remplacée chaque semaine, repose par sa face inférieure sur 3 épaisseurs de papier filtre imbibé d'eau ; l'ensemble est pris entre 2 plaques de plexiglas de 150×100 mm sur 3 mm d'épaisseur. La plaque supérieure est percée de 6 trous ronds de 12 mm de diamètre formant logette. Les parties latérales de l'ensemble monté, sont recouvertes de bandes de matière plastique imperméable, fixées à l'aide de ruban adhésif et destinées à limiter la dessiccation du papier filtre.

Pour les élevages effectués sous abri exposé aux conditions extérieures, le déplacement des acariens est limité par un léger anneau de glu (Pl. IX).

Pour les élevages effectués en bacs hermétiques, les logettes sont fermées par un couvercle constitué d'un carré de soie à blutter à mailles fines, maintenu par 2 bandes de ruban adhésif ou par des boulettes de paraffine (Pl. VIII, B).

Dans ces conditions d'élevage artificielles, il arrive, en effet, qu'une température trop élevée, ou une trop forte hygrométrie entraîne la formation d'un film de glu à la surface de la feuille.



ENSEMBLE MONTE

3.1.3. ELEVAGE SUR DISQUE DE FEUILLE DÉTACHÉE.

On découpe dans de jeunes feuilles de cotonnier, un disque d'environ 5 cm de diamètre qui est appliqué sur une boule de coton hydrophile imbibée d'eau. Le coton est rabattu sur les bords du disque, de façon à former un anneau qui limite le déplacement des acariens. Les boules de coton reposent sur des petits moules en papier métallique dont le fond est perforé ; elles sont groupées dans des bacs émaillés, remplis d'eau. A l'origine, VAN ZON et HELLE (1967), faisaient une véritable culture de la feuille et utilisaient une solution nutritive. Nous nous sommes aperçus que les tétranyques pouvaient très bien se nourrir sur des feuilles de ce type pendant une quinzaine de jours, en n'employant que de l'eau distillée pour imbiber les boules de coton.

3.2. Choix entre les techniques.

Les élevages sur disques de feuilles détachées ont été utilisés en laboratoire pour assurer le maintien des souches et pour réaliser des expériences portant sur plusieurs tétranyques groupés. Cette technique nous a permis de déterminer la *sex ratio* des différentes souches ou d'étudier la composition des générations issues de certains croisements.

Pour élever des individus ou des couples isolés, nous avons eu recours à la technique des feuilles isolées, ou à celles des logettes. La première méthode reconstitue très fidèlement les conditions naturelles, mais elle présente deux inconvénients : elle est encombrante et de plus, elle ne peut être employée que pour des adultes visibles à l'œil nu, repérables sur toute la surface de la feuille.

La seconde, au contraire, peut être mise en œuvre aisément. Un seul opérateur effectue des comptages rapides ou de fréquents contrôles, quel que soit le stade de développement de l'acarien.

Nous avons comparé les pontes et la longévité de femelles élevées parallèlement selon les deux techniques : les plants de cotonniers étaient en plein air, les plaques sous abri aéré. Les résultats de cet essai effectué à Tuléar en mai et juin 1965 (GUTIERREZ, 1967), sont indiqués par le tableau I.

A une température moyenne de 23,5 °C et à une hygrométrie moyenne de 60 %, les femelles sur feuilles isolées pondent environ 50 % d'œufs de plus que celles qui sont élevées en logettes et vivent plus longtemps. Dans les 2 cas pourtant, la ponte débute le second jour de vie des femelles et suit un rythme identique, le nombre d'œufs croît rapidement jusqu'au 4^e jour puis diminue progressivement.

Nous avons retenu la technique d'élevage en logettes pour déterminer la durée des stades de développement, aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire, puisque c'est la seule possible. Nous l'avons aussi utilisée en laboratoire, pour comparer la longévité et la fécondité de femelles appartenant à plusieurs souches ou de femelles d'une même souche soumises à différentes combinaisons de température et d'hygrométrie.

Pour les travaux extérieurs, nous avons élevé les femelles sur feuilles isolées, ce qui nous a permis de suivre l'évolution des caractéristiques des populations avec une grande précision.

Jours de ponte	Femelles sur feuilles isolées $N = 50$			Femelles en logettes $N = 62$		
	% de ♀ survivantes	Ponte totale par ♀ et par jour		% de ♀ survivantes	Ponte totale par ♀ et par jour	
	l_x	n_x	$l_x \cdot n_x$	l_x	n_x	$l_x \cdot n_x$
1	1,00	0,0	0,00	1,00	0,0	0,00
2	1,00	3,5	3,50	1,00	1,3	1,30
3	1,00	7,6	7,60	1,00	6,3	6,30
4	1,00	9,7	9,70	1,00	8,5	8,50
5	1,00	9,4	9,40	1,00	8,4	8,40
6	1,00	8,8	8,80	1,00	8,1	8,10
7	1,00	8,9	8,90	1,00	7,8	7,80
8	1,00	8,7	8,70	0,97	6,9	6,69
9	1,00	6,8	6,80	0,92	5,8	5,34
10	0,98	6,4	6,27	0,85	6,0	5,10
11	0,94	7,7	7,24	0,85	6,2	5,27
12	0,92	8,1	7,45	0,85	6,0	5,10
13	0,92	7,5	6,90	0,82	5,9	4,84
14	0,88	6,6	5,81	0,76	5,9	4,48
15	0,84	6,9	5,80	0,73	5,7	4,16
16	0,80	6,7	5,36	0,73	4,8	3,50
17	0,78	6,2	4,84	0,69	4,5	3,11
18	0,74	6,9	5,11	0,69	4,0	2,76
19	0,70	7,0	4,90	0,61	3,6	2,20
20	0,62	6,8	4,22	0,58	3,1	1,80
21	0,62	5,8	3,60	0,55	2,6	1,43
22	0,62	5,9	3,66	0,52	1,9	0,99
23	0,60	5,4	3,24	0,45	1,8	0,81
24	0,58	5,0	2,90	0,37	1,3	0,48
25	0,54	4,9	2,65	0,31	1,0	0,31
26	0,52	4,7	2,44	0,27	0,7	0,19
27	0,42	4,6	1,93	0,24	0,6	0,14
28	0,40	3,8	1,52	0,21	0,2	0,04
29	0,40	2,2	0,88	0,13	0,4	0,05
30	0,32	2,0	0,64	0,11	0,1	0,01
31	0,30	1,7	0,51	0,11	0,1	0,01
32	0,30	1,3	0,39	0,11	0,3	0,03
33	0,03	1,1	0,33	0,08	0,2	0,02
34	0,26	1,2	0,31	0,05	0,3	0,02
35	0,22	1,3	0,29	0,03	0,5	0,02
36	0,16	1,4	0,22	0,03	0,0	0,00
37	0,14	0,9	0,13	0,03	0,0	0,00
38	0,10	0,4	0,04	0,00	0,0	0,00
39	0,10	0,2	0,02			
40	0,06	0,0	0,00			
41	0,04	0,0	0,00			
42	0,00	0,0	0,00			
			$\Sigma l_x \cdot n_x = 153,00$			
						$\Sigma l_x \cdot n_x = 99,30$

TABLEAU I. — Comparaison de la longévité (l_x), de la ponte moyenne (n_x) et de la ponte totale moyenne ($\Sigma l_x \cdot n_x$), de femelles fécondées de *T. neocaledonicus*, selon qu'elles sont élevées sur feuilles isolées ou en logettes de plexiglas (température moyenne 23,5 °C ; hygrométrie moyenne 60 %).

3.3. Elevages à température et à hygrométrie constantes.

Ces élevages ont été réalisés dans des logettes en plexiglas, fermées par un carré de soie à blutter. Les plaques, comportant 6 logettes, sont à leur tour disposées, à la façon de tiroirs, sur les rainures d'un support de plexiglas (Pl. X, C). Chaque support peut contenir 10 jeux de plaques.

Les unités d'élevage dont le principe est inspiré des travaux de NICKEL (1960) et de SOLOMON et CUNNINGTON (1964), sont constituées par des bacs de verre, en forme de parallélépipède rectangle de 30×22 cm sur 23 cm de haut, fermés hermétiquement par un couvercle à bords rodés et graissés (Pl. X, B). Chaque bac contient 2 supports, un petit hygromètre de contrôle et 4 boîtes de Pétri. Les boîtes de Pétri remplies d'une solution salée saturée, permettant de régler l'hygrométrie, sont placées en haut et en bas de chaque support. Trois solutions de sels de potassium, correspondant à 3 niveaux d'hygrométrie ont été utilisées : acétate pour le niveau 30 %, carbonate pour le niveau 50 % et nitrate pour le niveau 80 %. Une ambiance à hygrométrie de 15 %, a été obtenue à l'aide d'une solution saturée de chlorure de zinc. Un 5^e niveau situé entre 90 et 100 % a été obtenu en supprimant les boîtes de Pétri et en remplaçant les carrés de soie à blutter des plaques d'élevage, par des lamelles de verre. L'hygrométrie ambiante de chaque bac peut être évaluée à 5 % près, mais il est évident que dans les logettes, au niveau auquel vivent les tétranyques, elle est beaucoup plus élevée.

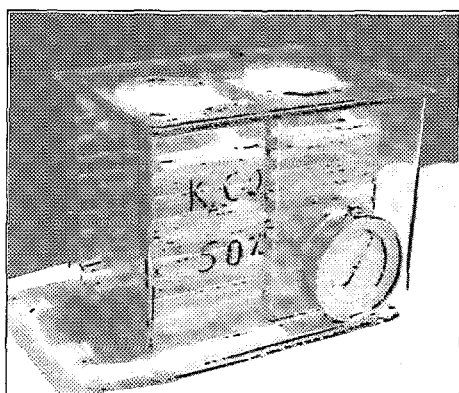
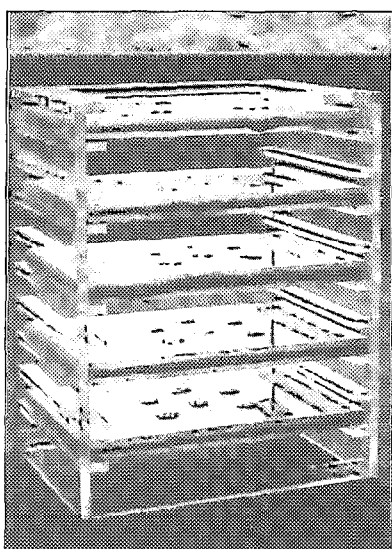
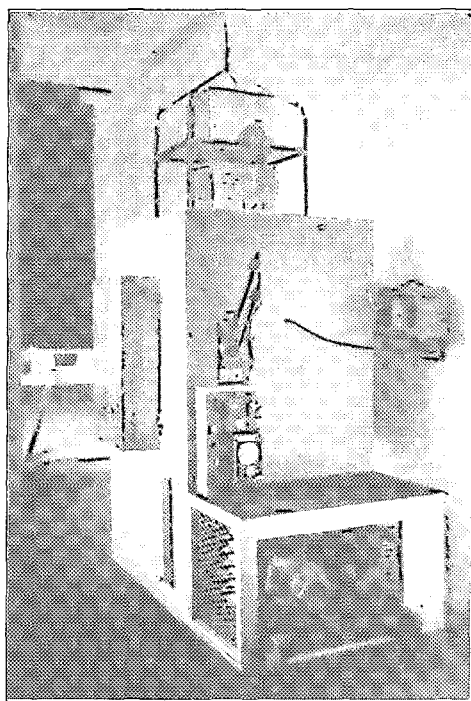
D'après FRAMPTON et LONGRIE (1941, *in* McENROE, 1961 a), l'hygrométrie augmente d'une façon logarithmique au fur et à mesure que l'on s'approche de la surface de la feuille. Plus récemment, en utilisant des thermocouples, FLITTERS (1968) a montré, qu'en pleine nature, à 3 mm de la surface des feuilles de cotonnier, l'hygrométrie pouvait être supérieure de 20 à 30 % à l'hygrométrie ambiante.

Les unités d'élevage sont disposées dans une armoire à température variable d'un volume utile de 190 l (Pl. X, A et Pl. XI). La température de la cuve est enregistrée à l'aide d'un thermographe à sonde (T) et réglée à 0,5 °C près, à l'aide de 2 thermostats à contact de mercure (T_1 et T_2). L'un des thermostats commande le fonctionnement d'une résistance chauffante de 600 W (R), l'autre celui d'un groupe frigorifique semi-hermétique d'une puissance de 1/2 CV (GF). Une circulation d'air est entretenue dans l'armoire et les 2 faces verticales de la cuve, qui ne sont pas éclairées, sont perforées. Deux ensembles de 5 tubes luminescents (TL) de 20 W chacun, du type « blanc super », placés de chaque côté de l'appareil, éclairent l'intérieur à travers une triple paroi de plexiglas. Au cours de toutes les expériences réalisées dans cette étude, la photopériode a été réglée pour 12 heures de jour et 12 heures de nuit.

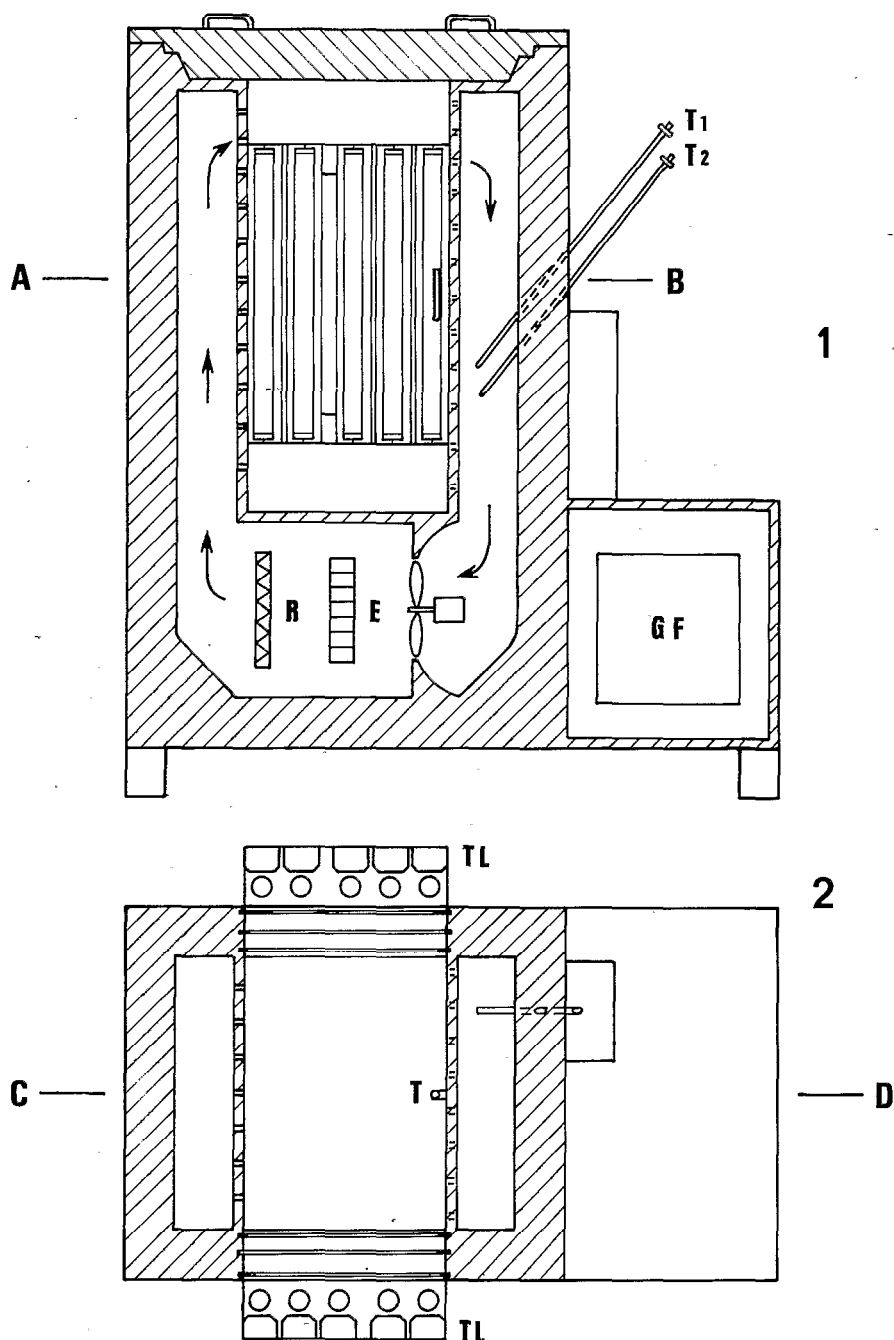
3.4. Culture du cotonnier sur solution nutritive.

Les plants de cotonniers dont les feuilles ont été employées pour les expériences de laboratoire à Tananarive, proviennent d'une culture hydroponique effectuée en serre semi-climatisée.

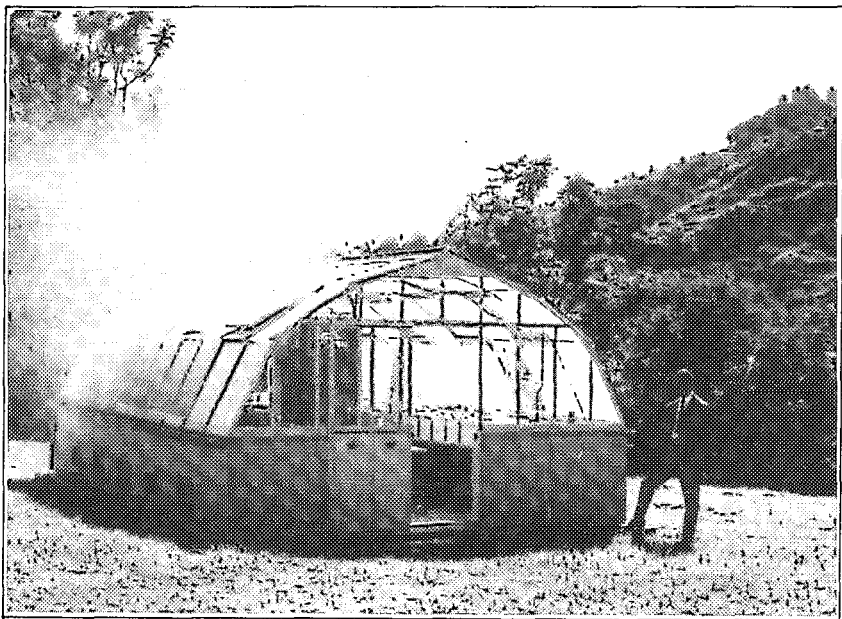
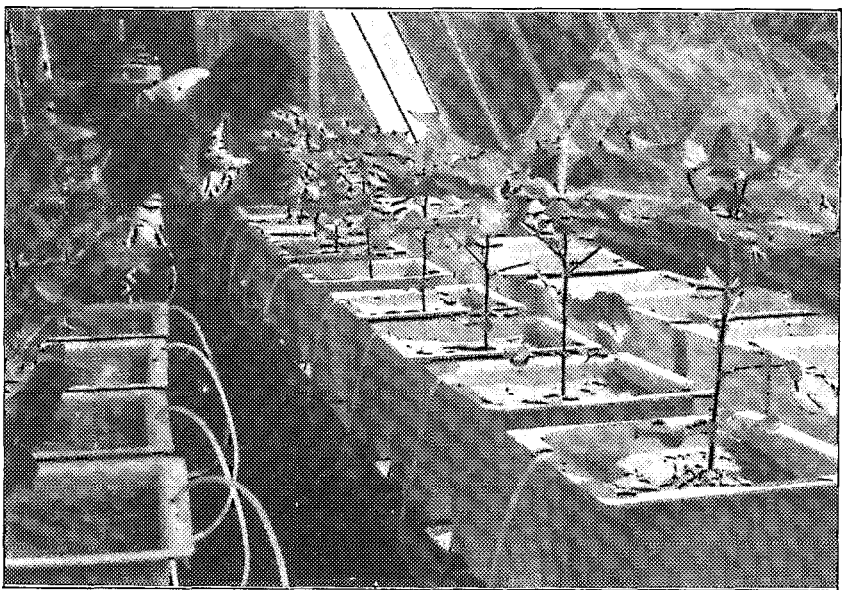
Ce procédé nous permet de disposer, tout au long de l'année, d'un matériel abondant et homogène, sur un espace restreint.

**B****C****A**

Pl. X. — Armoire à température variable : A, Aspect extérieur ; B, Unité d'élevage hermétique, à hygrométrie constante ; C, Support en plexiglas avec 5 plaques d'élevage.



Pl. XI. — Armoire thermique : 1) Coupe *CD* : *GF* = groupe frigorifique, *E* = évaporateur, *R* = résistance chauffante, *T₁* = thermostat à contact de mercure relié au groupe frigorifique, *T₂* = thermostat à contact de mercure relié à la résistance chauffante. 2) Coupe *AB* : *T* = extrémité de la sonde du thermostat enregistreur de contrôle, *TL* = tubes lumineux.

**A****B**

Pl. XII. — Culture de cotonniers sur solution nutritive : A, Serre semi-climatisée ;
B, Bacs à niveau constant utilisés pour la culture hydroponique.

Après de rapides essais, nous avons décidé d'utiliser la variété *Gossypium hirsutum* Stoneville 7 A, qui est recommandée en culture sèche, sur les pentes occidentales de Madagascar. Cette variété a de petites feuilles à pilosité réduite. Pour les essais précis, nous n'avons prélevé que des feuilles terminales de 7 à 8 cm de diamètre et présentant la même nuance de vert.

Les vitres de la serre sont claires, de façon à satisfaire les exigences du cotonnier en lumière. La température est maintenue à un minimum de 25 °C la nuit, avec une hygrométrie de 70 %, tandis que de jour, elle atteint au maximum 35 °C vers 14 ou 15 heures, l'hygrométrie passant alors à 50 % (Fig. 3).

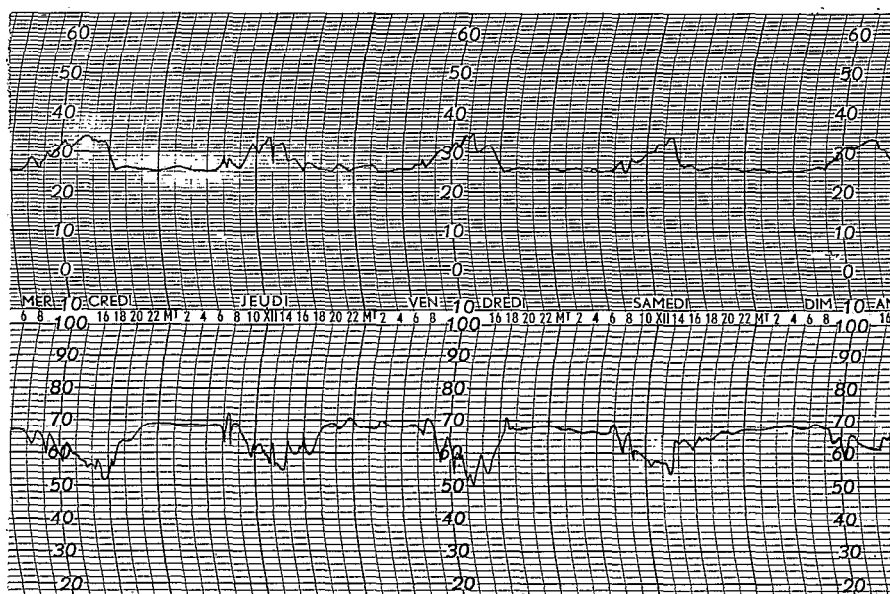


FIG. 3. — Enregistrement des variations quotidiennes de la température et de l'hygrométrie, sous l'abri de la serre où sont déposés les thermostats et l'hygrostat contrôlant la climatisation.

La climatisation est obtenue par l'intervention de plusieurs mécanismes. Une circulation d'air, entretenue par des ventilateurs, assure un brassage de l'atmosphère intérieure. Un thermostat déclenche une résistance chauffante au-dessous de 26 °C. Un second thermostat entraîne le fonctionnement d'un ventilateur extracteur au-dessus de 28 °C, tandis qu'un troisième agit sur l'ouverture d'une vanne électromagnétique au-dessus de 35 °C, pour pulvériser de l'eau en fines gouttelettes sur le toit de la serre.

Un hygrostat déclenche une pulvérisation d'eau à l'intérieur, dès que l'hygrométrie descend au-dessous de 50 %.

Pour la culture hydroponique elle-même, nous avons utilisé le procédé des bacs à niveau constant, selon la technique de BRAUD (1967). Les vases de végétation sont des bacs cubiques, en polyester armé blanc, de 25 cm de côté. Un tuyau en polyvinyle souple, fixé sur le fond sert à la vidange et à l'aération. 1,5 l de gravier fin (2 à 4 mm de diamètre) garnit le fond des vases pour faciliter

la percolation. 12 l de sable plus fin (1 à 2 mm de diamètre) complètent le bac. Le gravier fin et le sable sont constitués par du quartz blanc, presque pur, provenant de la région de Moramanga (Prov. de Tamatave), lavé au moment du calibrage et chaque mois, lorsqu'on change les pieds de cotonnier.

On fait germer les graines, dans des petits bacs de sable humide, 6 jours avant la mise en place définitive, ce qui permet d'opérer une sélection sur les jeunes plants.

L'aération quotidienne est effectuée chaque matin, en vidangeant complètement le bac. Lors de cette opération, le volume de solution libre est ramené à 3 000 ml par addition d'eau distillée.

La solution nutritive de chaque bac, renouvelée une fois par semaine, est obtenue en ajoutant à 3 000 ml d'eau distillée :

- 4 425 mg de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 4 H_2O ,
- 1 767 mg de KNO_3 ,
- 1 344 mg de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, 6 H_2O ,
- 612 mg de KH_2PO_4 ,
- 553 mg de MgSO_4 , 7 H_2O ,
- 409 mg de HNO_3 .

Les oligoéléments sont ajoutés aux macroéléments par adjonction d'un millilitre de chacune des deux solutions suivantes :

Solution I : 5 250 mg de $\text{C}_6\text{H}_5\text{FeO}_7$, 5 H_2O par litre.

Solution II : 2 550 mg de H_3BO_3 ,
 1 820 mg de MnCl_2 , 4 H_2O ,
 1 210 mg de ZnCl_2 ,
 140 mg de CuCl_2 , 2 H_2O par litre.

Le pH de chaque solution est ramené à 6,0.

4. RAPPEL DES DÉFINITIONS DES CARACTÉRISTIQUES D'UNE POPULATION

4.1. Taux intrinsèque d'accroissement d'une population.

BIRCH a décrit en 1948, à partir des travaux de LOTKA, une méthode de calcul du taux intrinsèque d'accroissement d'une population (« intrinsic rate of increase »), c'est-à-dire du taux réel d'accroissement d'une population élevée dans des conditions bien définies et constantes, pour laquelle l'espace et la nourriture sont illimités.

Ce taux est défini par la constante r_m , dans l'équation différentielle :

$$dN/dt = r_m \cdot N,$$

dont la forme intégrée est

$$N_t = N_0 \cdot e^{r_m \cdot t}$$

où N_0 désigne le nombre d'individus au temps 0 ,

N_t désigne le nombre d'individus au temps t .

Les données expérimentales nécessaires au calcul de ce taux sont les caractéristiques de la population femelle :

— la table de vie qui donne la probabilité pour les femelles, à leur naissance, d'être en vie à l'âge X : l_x . A l'âge zéro, cette probabilité est désignée par l_0 et on lui attribue la valeur 1,00 ;

— la table de fécondité qui fournit pour chaque âge, le nombre moyen de femelles produites par une femelle d'âge X pendant l'unité de temps choisie : m_x . Nous prenons ici comme unité de temps le jour.

La valeur de r_m est obtenue à partir de l'équation :

$$\int_0^{+\infty} l_x \cdot m_x \cdot e^{-r_m \cdot X} \cdot dX = 1 ;$$

une méthode approchée de calcul consiste à écrire :

$$\sum l_x \cdot m_x \cdot e^{-r_m \cdot X} = 1 .$$

En pratique, on donne à r_m des valeurs approchées arbitraires, de façon à obtenir au premier membre de l'équation deux valeurs encadrant le plus près possible la valeur 1.

La valeur de r_m est alors déduite par interpolation linéaire. Un artifice de calcul consiste à multiplier les deux membres de l'équation par une puissance de e convenablement choisie, afin de se placer dans un intervalle couvert par les tables d'exponentielles usuelles ; r_m étant connu, on peut écrire que la population s'accroît de $\lambda = e^{r_m}$ fois dans l'intervalle de temps choisi, ici un jour. λ est le taux limité d'accroissement (« finite rate of increase ») ou taux de multiplication par femelle et par jour.

A partir du principe de calcul de r_m , d'intéressantes études ont été faites, notamment par LAING (1968, 1969), NICKEL (1960) et WATSON (1964).

4.2. Potentiel net de reproduction et durée moyenne d'une génération.

Deux autres paramètres sont également utilisés pour caractériser une population : le taux net de reproduction (« net reproduction rate »), ou potentiel net de reproduction, R_0 et la durée moyenne d'une génération (« mean length of a generation ») T .

Le taux net de reproduction est le taux de multiplication de la population en une génération, ou encore le rapport du nombre total de naissances femelles entre deux générations successives ; nous aurons :

$$R_0 = \int_0^{+\infty} l_x \cdot m_x \cdot dX$$

qui se calcule pratiquement, en faisant

$$R_0 = \sum l_x \cdot m_x .$$

Pour le calcul de T , étant donné la relation $R_0 = e^{r_m T}$, lorsque R_0 et r_m sont connus, nous avons :

$$T = \frac{\log_e R_0}{r_m}.$$

ANDREWARTHA et BIRCH (1954), rejoignant une acception plus classique du terme génération (COUSIN, 1932), définissent également T comme le temps moyen s'écoulant de la naissance des parents à la naissance de la descendance. Selon LAUGHLIN (1965), puis SOUTHWOOD (1971), T correspond à un concept qui n'a pas de signification biologique précise ; la détermination exacte de cette valeur nécessite celle de R_0 et celle de r_m , par conséquent l'établissement d'une table de vie complète.

Dans un élevage de tétranyques, les générations se recouvrent très largement et il est impossible d'étudier tous les descendants de plusieurs générations successives. Lorsqu'on veut suivre l'évolution dans le temps, des caractéristiques d'une population, on est amené à élever chaque génération séparément.

En désignant par T_1 , la durée de la première génération, exprimée en jours, il faut commencer l'élevage d'une ponte groupée marquant le début de la deuxième génération, T_1 jours après le début de la première génération. La difficulté consiste à déterminer avec la meilleure approximation possible, la durée d'une génération en cours, de façon à décider du moment auquel on doit commencer l'élevage de la génération suivante ; d'où la nécessité de se référer à une notion plus concrète.

LAUGHLIN (1965) a créé le paramètre T_c qui, selon lui, constitue une très bonne approximation de T , dans certaines conditions. C'est l'âge moyen des femelles à la naissance de la descendance (« mean age of mothers in cohort at birth of female offspring ») ou encore l'âge des femelles au moment où la moitié des œufs destinés à donner des femelles a été déposée (la moitié des œufs, en supposant la *sex ratio* constante tout au long de la ponte).

T_c à l'inverse de T , n'a qu'une définition biologique. A partir de T_c , LAUGHLIN a défini une valeur r_c ou capacité d'accroissement (« capacity for increase ») beaucoup plus simple à calculer que r_m :

$$r_c = \frac{\log_e R_0}{T_c}$$

T_c s'écarte de T lorsque R_0 s'accroît et lorsque le rapport période de ponte (n) sur âge des femelles à la fin de la période de ponte (ω) augmente.

Pour un R_0 de 100 et un rapport n/ω rectifié de 0,6, les graphiques établis par LAUGHLIN, donnent une valeur de T_c supérieure à T de près de 15 %. La rectification est opérée selon les recommandations de LAUGHLIN, elle consiste à négliger la période pendant laquelle est déposée la dernière fraction de la ponte (10/100), ce qui se conçoit bien si l'on considère la forme de la courbe $l_x m_x$ en fonction du temps.

CHAPITRE II

ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DANS LA NATURE

Nous avons abordé l'étude des relations de *T. neocaledonicus* avec son milieu, en situant le rôle de cet acarien phytophage par rapport à celui des espèces voisines, dans le « domaine insulaire de l'Océan Indien occidental » (MAMET, *in* PAULIAN, 1961) (Pl. XIII). Nous nous sommes livrés, à cet effet, à une vaste prospection portant sur les principales régions cultivées et, en milieu naturel, sur un grand nombre de biotopes (GUTIERREZ, 1974 c). Nous avons recueilli des données sur les plantes hôtes préférentielles de cette espèce, sur les tétranyques avec lesquels elle entrait en compétition, ainsi que sur les conditions macroclimatiques qui lui étaient favorables.

Dans un second temps, l'évolution des populations de *T. neocaledonicus* a été suivie, de deux façons différentes, dans le sud-ouest de Madagascar, où les pullulations sont les plus spectaculaires et ont l'incidence économique la plus nette (CHAZEAU et GUTIERREZ, 1974 ; GUTIERREZ, 1974 a).

Ainsi que nous l'avons vu au chapitre I, le cotonnier est une plante particulièrement sensible aux attaques de tétranyques et il nous a paru indispensable d'obtenir des informations précises sur la dynamique des populations de *T. neocaledonicus* sur cette culture, en fonction des modifications des éléments du macroclimat. Nous avons pensé qu'il serait intéressant de déterminer les caractéristiques des générations successives de l'acarien, pendant toute une saison cotonnière. Il aurait été séduisant d'étudier directement ce problème en plein champ, mais nous nous sommes rapidement rendu compte que pour le cotonnier, trop de facteurs intervenaient. En particulier, du fait de la pression exercée par les ravageurs, aucun développement normal de la plante n'est possible sans l'application de nombreux traitements insecticides qui perturbent le milieu. Nous avons été amené, par conséquent, à déterminer les caractéristiques que nous voulions connaître, à l'aide d'une technique d'élevage rigoureusement contrôlée, mais reproduisant de très près les conditions naturelles.

Pour définir les traits essentiels de l'évolution de l'ensemble formé par *T. neocaledonicus* et quelques-uns de ses ennemis naturels, les fluctuations des populations du tétranyque et de 3 de ses prédateurs ont été suivies, pendant plusieurs mois, dans un champ de manioc, à l'aide d'une technique d'échantillonnage. Cette culture vivrière est presque aussi vulnérable que le cotonnier vis-à-vis des acariens, mais elle ne reçoit généralement pas de traitements phytosanitaires.

1. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES DU GENRE *TETRANYCHUS* A MADAGASCAR ET DANS LES ILES VOISINES

1.1. Le genre *Tetranychus* dans les îles et archipels du sud-ouest de l'Océan Indien.

A Madagascar et dans les îles voisines, nous avons dénombré 14 espèces appartenant au genre *Tetranychus*. Le tableau II indique la distribution de ces tétranyques par île, le nombre total d'espèces végétales attaquées, ainsi que le nombre d'espèces cultivées parmi celles-ci.

T. neocaledonicus n'a pas été récolté à Rodriguez et son importance apparaît secondaire à Maurice, alors qu'il domine de loin, toutes les autres espèces de Madagascar et des Comores. Sa répartition, la proportion des prélèvements révélant sa présence et la nature des plantes hôtes, nous amènent à penser que la région malgache constitue sans doute, avec l'Inde, l'un des pôles de diffusion de ce taxon.

T. urticae, *Tetranychus ludeni* Zacher, *Tetranychus macfarlanei* Baker et Pritchard, *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard, et *Tetranychus fijiensis* Hirst, qui ont une incidence économique évidente ou seulement potentielle, semblent, d'après une analyse antérieure (GUTIERREZ, 1974 c), avoir été introduits dans cette partie du monde ; leur implantation dans les petites îles a été facilitée par la destruction de la végétation d'origine, qui a été remplacée par d'autres plantes généralement pantropicales.

T. urticae s'attaque surtout aux plantes cultivées, sur les hautes terres de Madagascar et de La Réunion. *T. ludeni* a été introduit sur les plateaux centraux de Madagascar. *T. evansi* vit principalement sur Solanacées cultivées, à Maurice, aux Seychelles et à Rodriguez. *T. macfarlanei* a été identifié sur de nombreux végétaux cultivés à Maurice, mais son aire de répartition à Madagascar, se limite aux environs immédiats de Tamatave.

T. fijiensis enfin, s'est implanté dans toutes les cocoteraies des Seychelles.

Les autres représentants du genre *Tetranychus* ne méritent d'être mentionnés qu'à titre indicatif. *Tetranychus amicus* Meyer et Rodrigues, connu au Mozambique et au Transvaal (MEYER et RODRIGUES, 1965) a été retrouvé dans les trois Mascareignes ; 3 plantes domestiques seulement lui servent d'hôtes à la Réunion.

Tetranychus browningi Baker et Pritchard, *Tetranychus lombardinii* Baker et Pritchard, et *Tetranychus zambeziensis* Meyer et Rodrigues sont 3 tétranyques africains faiblement implantés dans l'ouest de Madagascar.

Tetranychus roseus Gutierrez, *Tetranychus kaliphorae* Gutierrez, *Tetranychus panici* Gutierrez et *Tetranychus* sp., qui vivent sur un nombre de plantes très restreint, dans des biotopes particuliers (GUTIERREZ, 1969) sont apparemment inconnus en dehors de Madagascar.

Ile ou Archipel	Espèces du genre <i>Tetranychus</i>	Plantes attaquées	
		Nbre total d'espèces	Nbre d'espèces cultivées
Madagascar (580 000 km ²)	<i>T. neocaledonicus</i>	163	53
	<i>T. urticae</i>	14	14
	<i>T. ludeni</i>	5	4
	<i>T. macfarlanei</i>	5	4
	<i>T. roseus</i>	2	0
	<i>T. browningi</i>	1	0
	<i>T. kaliphorae</i>	1	0
	<i>T. lombardinii</i>	1	0
	<i>T. panici</i>	1	0
	<i>T. zambezianus</i>	1	0
	<i>Tetranychus sp.</i>	1	0
La Réunion (2 512 km ²)	<i>T. urticae</i>	13	10
	<i>T. neocaledonicus</i>	13	9
	<i>T. amicus</i>	5	3
Maurice (1 840 km ²)	<i>T. macfarlanei</i>	7	7
	<i>T. evansi</i>	10	6
	<i>T. neocaledonicus</i>	5	2
	<i>T. amicus</i>	2	0
Rodriguez (107 km ²)	<i>T. evansi</i>	1	1
	<i>T. amicus</i>	2	0
Comores (1 914 km ²)	<i>T. neocaledonicus</i>	6	4
Seychelles (256 km ²)	<i>T. evansi</i>	8	5
	<i>T. neocaledonicus</i>	5	2
	<i>T. fijiensis</i>	2	1

TABLEAU II. — Répartition des espèces du genre *Tetranychus* entre les différentes îles.

1.2. Distribution des espèces du genre *Tetranychus* ayant une incidence économique à Madagascar.

La planche XIV situe les points de récolte des 4 espèces du genre *Tetranychus* vivant sur plantes cultivées à Madagascar et aux Comores : *T. neocaledonicus*, *T. urticae*, *T. ludeni* et *T. macfarlanei*.

T. neocaledonicus est répandu dans toute la Grande Ile, alors que les espèces introduites sont plus localisées.

T. urticae s'est solidement implanté, puisqu'on le trouve à Tamatave, et surtout sur les hautes terres : à Antsirabe, Fenoarivo, Fianarantsoa et Tananarive. Les cultures attaquées sont presque toutes originaires de la zone tempérée.

T. ludeni n'a été récolté qu'aux environs de Tananarive et à Mahatsinjo (prov. de Tananarive) sur quelques cultures vivrières ou ornementales (*Arachis hypogea* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Tagetes erecta* L.).

T. macfarlanei vit sur plantes domestiques (*Citrullus vulgaris* Schrad., *Ipomoea* sp., *Phaseolus lunatus* L., *Pueraria javanica* Benth., *Ricinus communis* L.) dans la région de Tamatave seulement.

Ces 4 tétranyques occupent la même niche écologique et sont en compétition permanente; en fait, le phénomène répond assez bien au « compétition déplacement principe » de DEBACH (1966). Si *T. neocaledonicus* semble opposer une certaine résistance à l'extension de *T. ludeni* et de *T. macfarlanei*, il n'empêche pas *T. urticae* d'accroître son aire de répartition.

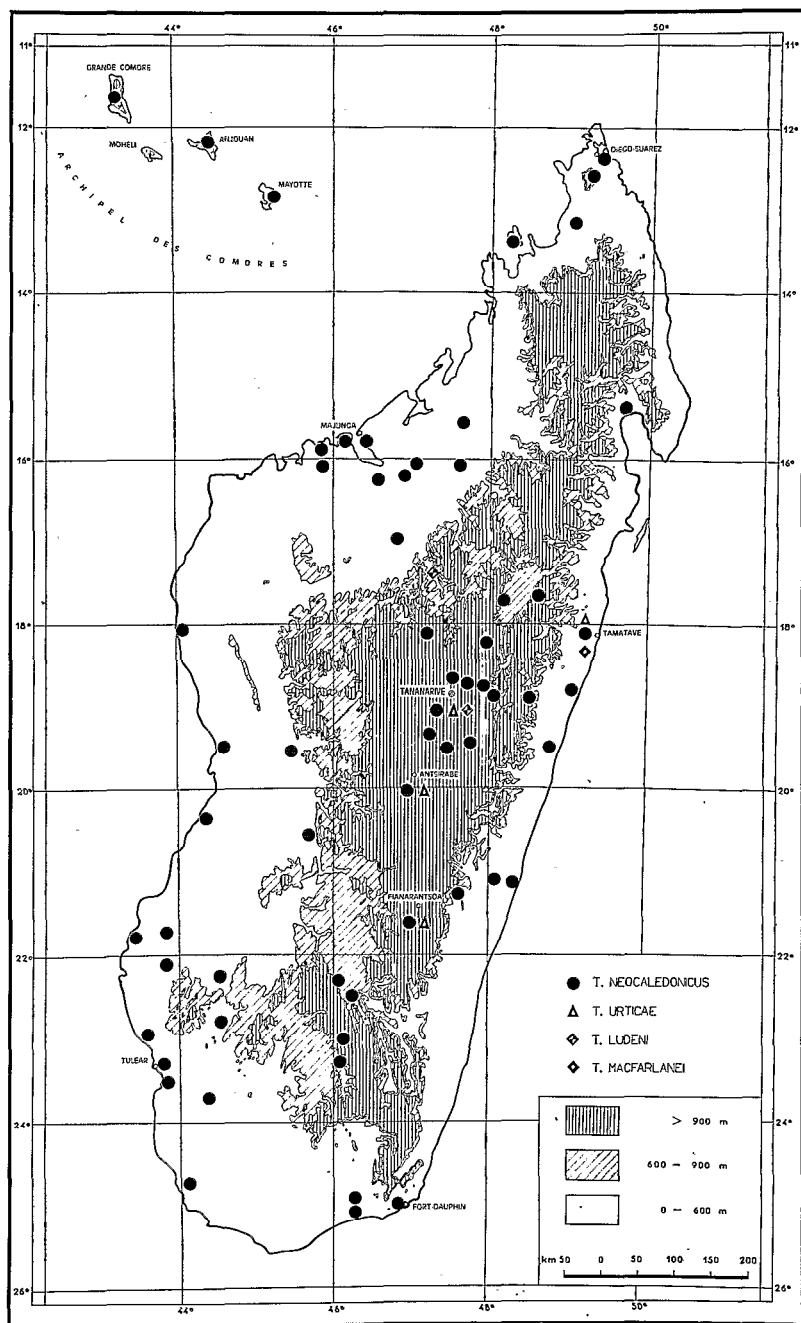
La liste des plantes hôtes de *T. urticae* montre que cet acarien est vraisemblablement parvenu à Madagascar sur des boutures de pommiers, de rosiers, des plants de fraisiers ou de violettes, sous forme de souches adaptées à ces végétaux. Actuellement, les populations s'étendent, les souches étant dispersées en même temps que ces plantes à multiplication végétative. *T. urticae* détient, sur ses hôtes introduits, un avantage initial par rapport à *T. neocaledonicus*. A partir de ces végétaux, l'espèce migre sur les cultures multipliées par semis : haricots, maïs, etc...

1.3. Caractères de la distribution de *T. neocaledonicus* à Madagascar.

T. neocaledonicus existe dans tous les biotopes de Madagascar, aussi bien au niveau de la mer qu'en altitude (Manjakatempo, prov. de Tananarive, alt. 2 200 m). Nous inspirant de l'essai de cartographie bioclimatique de CORNET (1972) (Pl. XV), nous avons classé les localités de récolte, en attribuant à chacune d'elles un sigle correspondant à ses particularités climatiques.

La classification adoptée, basée sur le déficit hydrique climatique D ($D = \text{évapotranspiration potentielle} - \text{précipitations}$) et sur la moyenne des minimums du mois le plus froid \bar{t}_m , permet de distinguer les étages suivants :

- H = étage humide ($D < 100$ mm),
- SH = étage sub-humide ($100 < D < 300$ mm),
- SHF = sous étage frais ($\bar{t}_m < 13$ °C),
- SHC = sous étage chaud ($\bar{t}_m > 13$ °C),



Pl. XIV. — Répartition géographique des 4 espèces du genre *Tetranychus*, vivant sur plantes cultivées à Madagascar et aux Comores.

Sh = étage sec ($D > 300$ mm avec $P > 1\,000$ mm),
SA = étage sub-aride ($D > 300$ mm avec $P < 1\,000$ mm).

Sur les 230 prélèvements effectués au total, à Madagascar :

31 proviennent de l'étage humide,
 74 proviennent de l'étage sub-humide,
 125 des étages secs et sub-arides.

Plus de la moitié des récoltes a donc pour origine une zone qui couvre à peine le tiers de la superficie de la Grande Ile. Ces données ne peuvent avoir de valeur statistique, puisque les prospections n'ont pas été exécutées partout avec la même intensité ; en outre, les régions où l'on a récolté le plus d'acariens ont davantage retenu notre attention. Quoi qu'il en soit, l'inégalité de la répartition des prélèvements est tout de même suffisamment nette pour mériter quelques commentaires.

Les décolorations du feuillage, qui permettent de repérer les colonies de tétranyques dans la nature, sont certainement plus visibles en région aride, puisque, comme l'ont souligné HUFFAKER *et al.* (1969), les dégâts entraînés par un même nombre de tétranyques, sont plus prononcés en climat sec qu'en climat humide. Bien que *T. neocaledonicus* vive à la face inférieure des feuilles, il est probable que la pluie exerce une action défavorable sur les pullulations, comme le montrent les observations effectuées pour d'autres espèces par les nombreux auteurs que citent VAN DE VRIE *et al.* (1972) dans leur étude bibliographique. Enfin, cette répartition tend peut-être à prouver que, comparativement à d'autres espèces, la physiologie de la reproduction de *T. neocaledonicus* s'accommode mieux d'une faible hygrométrie. Ce dernier point sera examiné de façon plus précise au chapitre III.

2. ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES DES GÉNÉRATIONS SUCCESSIVES DE *T. NEOCALEDONICUS*, PENDANT LA SAISON COTONNIÈRE, DANS LE SUD-OUEST DE MADAGASCAR

2.1. Conditions générales des essais.

Dans la région de Tuléar et dans les basses vallées alluviales du sud-ouest, les cultures sont irriguées. Les fleuves amènent en saison des pluies (novembre à mai), des quantités d'eau suffisantes pour permettre l'irrigation. Les cotonniers sont semés vers la mi-novembre, la récolte commence en mai et se prolonge jusqu'en juillet. Dès la fin du ramassage, les plants sont détruits. Le cycle de *T. neocaledonicus* se poursuit sans interruption, toute l'année, et les acariens passent la saison sèche sur des plantes refuges.

2.1.1. CONDITIONS CLIMATIQUES DE LA CAMPAGNE 1971-1972.

L'étude ayant été faite pendant la saison cotonnière 1971-1972, il nous a paru utile de comparer les conditions de cette période à celles d'une année moyenne. La figure 4 donne l'évolution de la température moyenne mensuelle, pendant la saison cotonnière étudiée et pendant les 4 mois qui l'ont précédée. Nous

avons comparé ces températures moyennes mensuelles aux températures correspondantes de la période 1938-1970. Précisons qu'il s'agit de moyennes mensuelles obtenues à partir des températures moyennes quotidiennes : maximum + minimum/2. A titre indicatif, nous avons mentionné les températures mensuelles extrêmes pendant cette saison : minimums et maximums absolus mensuels.

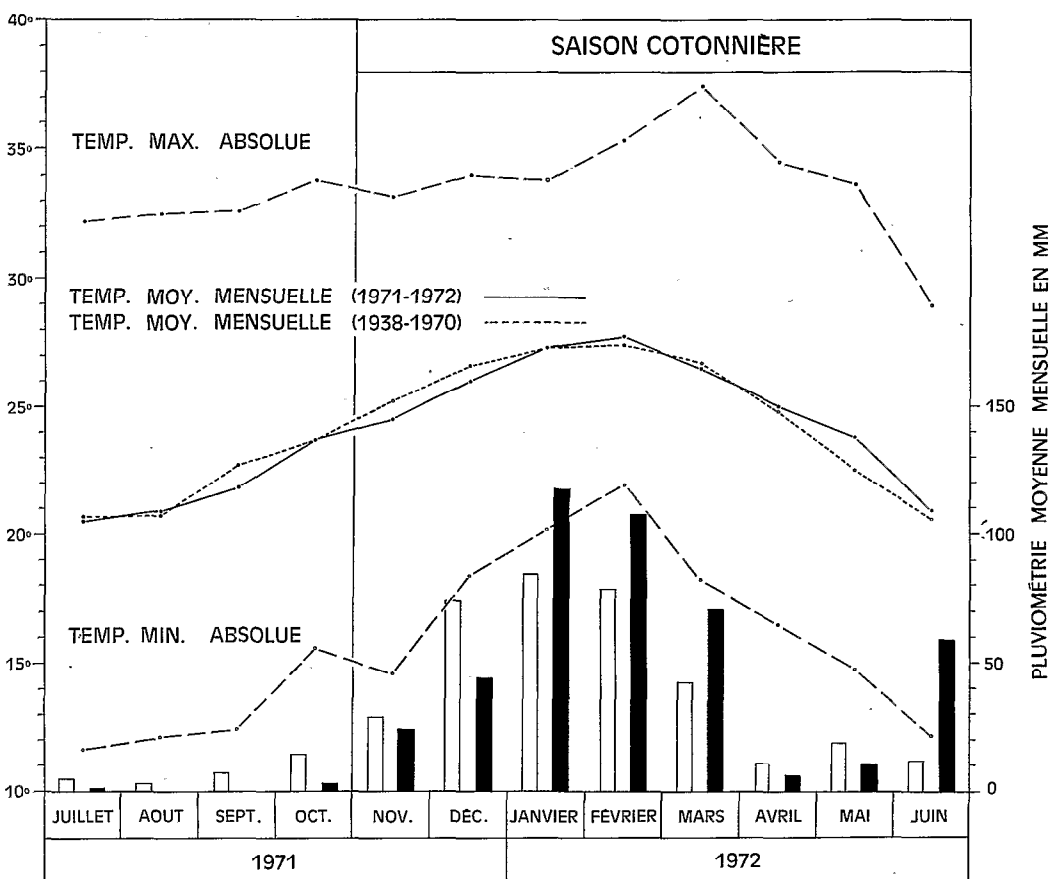


FIG. 4. — Evolution de la température moyenne mensuelle de Tuléar-aérodrome (maximum + minimum/2) pendant la saison cotonnière 1971-1972 et pendant les 4 mois qui l'ont précédée, ainsi que les températures extrêmes atteintes pendant chaque mois de cette période. La pluviométrie (rectangles noirs) est comparée à la pluviométrie moyenne mensuelle des années 1938-1970 (rectangles clairs).

La pluviométrie moyenne mensuelle est indiquée à l'aide de rectangles noirs, et elle est comparée chaque mois à la pluviométrie moyenne mensuelle des années 1938-1970, figurée par des rectangles clairs.

De novembre 1971 à juin 1972, la moyenne des températures mensuelles a été de 25,2 °C, identique à celle des moyennes mensuelles de la période 1938-1970. La pluviométrie totale au cours de ces 8 mois a été de 440,1 mm, alors que la moyenne correspondante des années 1938-1970 n'atteignait que 351,1 mm.

Pour obtenir davantage de précision, nous avons comparé les 2 séries de températures par la méthode des couples ; la valeur de t obtenue (0,27) permet de dire qu'elles ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %. Un test de χ^2 complémentaire, comparant la distribution des températures observées à la distribution théorique (période 1938-1970), donne une valeur de 0,11. On peut donc affirmer que les 2 distributions ne diffèrent pas significativement au seuil de 1 %.

Des rapprochements basés sur les mêmes principes ont été établis pour la pluviométrie. Par la méthode des couples, on obtient une valeur de t de 1,18, par conséquent, la pluviométrie de la période étudiée n'est pas significativement différente de la pluviométrie « normale » au seuil de 5 %. Par contre, un test de χ^2 comparant les distributions des pluviométries mensuelles, donne une valeur très supérieure à 14 ; la distribution dans le temps des 2 séries de pluviométrie est donc différente.

En d'autres termes, au cours de la période étudiée, la température moyenne mensuelle correspond à la température moyenne mensuelle « normale », en valeur et en répartition dans le temps. Pour la pluviométrie, bien que les deux moyennes soient comparables, la répartition des pluies, au cours des 8 mois considérés, a été différente de celle établie à partir de la moyenne des années 1938-1970.

2.1.2. MATÉRIEL ET TECHNIQUES.

— *Matériel* : la souche de *T. neocaledonicus* étudiée, a été récoltée à la station I.R.C.T. de Tuléar, sur des plants de cotonniers appartenant à la variété Acala 1 517.

— *Techniques* : nous avons fait appel à deux techniques d'élevage :

élevage sur jeune feuille détachée, dans des logettes en plexiglas, pour la détermination de la durée des différents stades de développement ;

élevage sur feuille isolée, sur jeunes plants de cotonnier, pour l'étude de la longévité et de la fécondité des femelles.

Les plaques en plexiglas, protégées par une moustiquaire, sont disposées dans un abri où l'on enregistre la température et l'hygrométrie.

L'élevage sur feuille isolée supprime l'influence des facteurs secondaires, qui, en plein champ, agiraient sur la longévité et la ponte des femelles. Une toile moustiquaire met les acariens à l'abri des prédateurs, une bâche en matière plastique les préserve de l'action mécanique de la pluie, en cas de besoin. Enfin, le renouvellement des pots à chaque génération permet d'éliminer des facteurs dont il est difficile d'analyser l'action, comme la modification de l'état physiologique des cotonniers, en cours de saison, ou le changement des conditions microclimatiques résultant de l'évolution du feuillage.

2.2. Méthode.

2.2.1. PRINCIPE.

Nous avons considéré que chaque génération avait une durée T , définie par l'expression mathématique :

$$T = \frac{\log_e R_0}{r_m},$$

mais dont une bonne approximation peut être obtenue par T_c , comme nous l'avons vu au chapitre précédent.

En nous basant sur des résultats acquis avant cette étude (GUTIERREZ, 1967 ; GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972), pour une durée totale des stades de développement de 8 à 10 jours, et en admettant que les femelles aient déposé la moitié de leurs œufs au bout de 6 à 10 jours, on obtient des valeurs de T_c s'échelonnant de 14 à 19 jours. On peut donc estimer T à 15 jours. Nous avons décidé d'espacer l'étude de deux générations consécutives de 15 jours, nous réservant la possibilité de modifier légèrement cet intervalle, pour le cas où la durée des stades de développement augmenterait.

2.2.2. MANIPULATIONS.

Pour chaque génération, l'opération s'est déroulée en deux temps. Nous avons étudié de façon indépendante, d'une part la durée moyenne des stades de développement, en élevant des œufs d'âge identique, d'autre part la longévité (l_x) et la fécondité (n_x) des femelles en prélevant dans un élevage massal, des larves destinées à donner des femelles au stade R_3 , au moment où la moitié des larves élevées en logettes atteint ce stade.

1° *Etude du pourcentage d'éclosions et de la durée des différents stades de développement.*

Nous prenons pour chaque génération 5 jeux de plaques correspondant à 30 logettes dans chacune desquelles nous déposons 3 femelles prélevées dans la nature. Les femelles pondent pendant 2 h, puis elles sont retirées et les œufs déposés sont détruits à l'exception d'un seul, on obtient ainsi 30 œufs d'âge semblable, à raison d'un par logette.

Le pourcentage d'éclosions est déterminé sur les 30 œufs précédents et sur d'autres œufs pondus groupés au même moment que les autres, sur 3 jeux de plaques complémentaires, de manière à disposer en tout d'une centaine d'œufs. La durée des différents stades larvaires est étudiée sur les 30 individus isolés seulement.

Pendant les 8 à 16 jours que dure le développement des stades préimaginaux, on examine les plaques et on effectue des notations toutes les 6 h.

2° *Etude de la longévité et de la fécondité des femelles.*

15 plants en pots, au stade 2 feuilles, ont été utilisés. Sur chacune des 30 feuilles disponibles, isolées par un anneau de glu, on dépose à l'aide d'un pinceau, un mâle et une larve (destinée à donner une femelle) prise au stade R_3 .

On effectue observations et notations à heure fixe, toutes les 24 h, jusqu'à la fin de l'essai. Le jour de leur sortie, les jeunes femelles se nourrissent et s'accouplent. Les jours suivants, on compte les pontes sous une loupe binoculaire, et on détruit les œufs au fur et à mesure à l'aide d'une minutie. On évite de déranger les femelles pondeuses et en particulier on ne touche pas aux toiles qu'elles tissent. Les femelles fécondées, qui se déplacent peu, ainsi que l'avaient déjà signalé HUSSEY et PARR (1963) pour *Tetranychus urticae* Koch, se maintiennent en général de façon satisfaisante sur les feuilles isolées. Les mâles, beaucoup plus mobiles, sont remplacés lorsqu'on constate leur

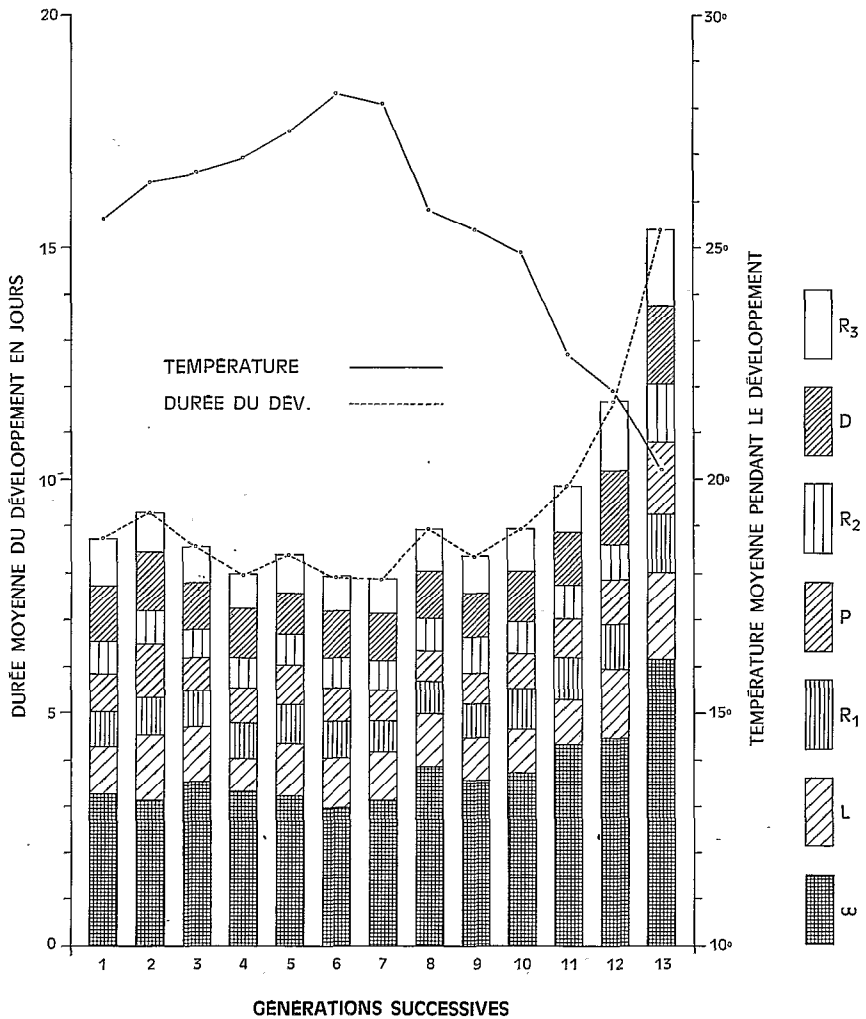


FIG. 5. — Durée des différents stades de développement de chaque génération de *T. neocaledonicus*. L'évolution des durées totales de développement est comparée à celle de la moyenne des températures moyennes quotidiennes pendant les périodes correspondantes.

disparition. A chaque génération, quelques rares femelles ont pourtant accidentellement disparu dès les premiers jours de leur vie, nous les avons évidemment éliminées des calculs servant à l'établissement des tables de vie.

2.3. Résultats.

2.3.1. CARACTÉRISTIQUES DES GÉNÉRATIONS SUCCESSIVES.

La durée des stades de développement de 13 générations successives a été déterminée, et 11 générations ont été complètement étudiées.

1° *Durée et survie des stades de développement.*

Le tableau III indique le pourcentage d'éclosions et la durée des différents stades de développement de 13 générations. Le pourcentage d'éclosions varie de 88,9 % à 98,8 %. Quoique d'un niveau très élevé, il est souvent inférieur à celui qui est obtenu en laboratoire à partir d'une souche pure et dans des conditions de température et d'hygrométrie voisines. Il est possible que l'abaissement de ce pourcentage, acquis à partir de pontes de femelles prélevées sur des parcelles non traitées, provienne d'incompatibilités partielles entre souches, ou encore de l'influence de traitements insecticides sur l'ascendance des femelles pondeuses.

On peut considérer que le taux de survie des larves a été de 100 %, dans la mesure où l'on ne tient pas compte des quelques individus englués accidentellement.

2° *Autres caractéristiques.*

Ainsi que nous avons pu l'établir dans nos élevages préliminaires, et conformément aux observations effectuées sur d'autres espèces (OVERMEER et HARRISON, 1969 ; MITCHELL, 1972 ; HELLE et OVERMEER, 1973), nous n'avons pas remarqué de modifications dans la *sex ratio*, d'une génération à l'autre. Il est probable que RAHMAN et SAPRA (1946) se sont basés sur des observations erronées, pour prétendre que la *sex ratio* de *Tetranychus cucurbitae* Rahman et Sapra (= *T. neocaledonicus*) variait en cours de saison, avec une moyenne de l'ordre de 50 %.

La proportion des femelles dans la population totale de *T. neocaledonicus* est de l'ordre de 75 % ; plus faible les 5 premiers jours, elle finit par dépasser légèrement ce chiffre, puis décroît (cf. Chap. III). En supposant que la proportion des femelles dans la population totale soit de 75 % pendant toute la période de ponte et pour toutes les générations, nous avons calculé le nombre d'œufs femelles par femelle (m_x) et nous avons obtenu les tables de vie complètes de 11 générations. Etant donné la faible mortalité des stades préimaginaux, dans les conditions de ces essais, nous avons considéré que tous les œufs donnaient des adultes.

Les valeurs de r_m ont été déterminées à partir des tables de vie par interpolation linéaire. Les tableaux IV et V correspondent aux tables de vie des 6^e et 9^e générations, pour lesquelles r_m atteint ses valeurs extrêmes : 0,236 pour la 6^e et 0,307 pour la 9^e. Les déterminations graphiques de ces deux valeurs de r_m sont représentées sur la figure 6.

Dans le tableau VI, nous avons groupé toutes les caractéristiques des générations étudiées :

- la vie médiane des femelles (ou nombre de jours de survie de 50 % des femelles) qui varie de 19 à 24 jours ;
- la ponte totale moyenne $\Sigma l_x n_x$, d'où l'on a déduit le potentiel net de reproduction R_0 , qui subit des variations importantes en cours de saison (41,8 à 110,8) ;
- le nombre théorique de femelles de chaque génération, obtenu à partir des valeurs successives de R_0 ;
- T_c et r_c qui ont été calculés directement à partir des tables de vie, indépendamment de r_m ;

	Générations												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
% d'œufs éclos	98,8	95,5	92,5	90,6	90,1	92,4	88,9	97,1	93,3	89,3	97,1	94,5	96,3
Nbre de larves élevées	30	27	24	29	27	27	26	29	28	27	29	28	28
ω	3,3	3,1	3,5	3,3	3,3	3,0	3,1	3,9	3,6	3,7	4,4	4,5	6,2
L	1,0	1,4	1,2	0,7	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	1,0	1,5	1,9
Durée moyenne des différents stades de dév.	R_1	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	1,2
P	0,8	1,1	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	1,5
R_2	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,3
D	1,2	1,3	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,6	1,7
R_3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	1,5	1,6
Durée totale du développement $\pm t, s_m$	8,7 \pm 0,3	9,3 \pm 0,5	8,6 \pm 0,2	8,0 \pm 0,2	8,4 \pm 0,3	8,0 \pm 0,2	7,9 \pm 0,2	8,9 \pm 0,2	8,4 \pm 0,1	8,9 \pm 0,3	9,9 \pm 0,1	11,7 \pm 0,2	15,4 \pm 0,2

TABLEAU III. — Pourcentage d'éclosion des œufs et durée, en jours, des différents stades de développement de chaque génération étudiée (intervalle de confiance des moyennes à 5 %).

Age en jours	% de ♀ survi- vantes	Nbre d'œufs ♀ par ♀ et par jour	Valeurs provisoires de r_m		
			$r_m = 0,23$		$r_m = 0,24$
x	l_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x}$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x}$
0-9	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,00	0,31	0,31	4,61	4,17
11	1,00	1,61	1,61	19,03	17,05
12	1,00	2,54	2,54	23,85	21,16
13	1,00	2,54	2,54	18,95	16,64
14	1,00	3,31	3,31	19,63	17,08
15	1,00	3,44	3,44	16,20	13,97
16	1,00	4,52	4,52	16,90	14,42
17	1,00	4,16	4,16	12,36	10,44
18	0,97	4,05	3,93	9,27	7,74
19	0,93	3,25	3,02	5,68	4,68
20	0,90	2,86	2,57	3,83	3,14
21	0,86	2,77	2,38	2,83	2,28
22	0,76	3,20	2,43	2,28	1,85
23	0,76	3,05	2,32	1,74	1,37
24	0,76	2,66	2,02	1,19	0,95
25	0,72	2,36	1,70	0,80	0,63
26	0,66	2,32	1,53	0,58	0,44
27	0,59	2,24	1,32	0,40	0,30
28	0,55	1,78	0,98	0,24	0,18
29	0,45	1,73	0,78	0,15	0,11
30	0,41	1,88	0,77	0,12	0,08
31	0,38	2,05	0,78	0,09	0,07
32	0,34	1,44	0,49	0,04	0,03
33	0,34	1,06	0,36	0,03	0,02
34	0,24	1,63	0,39	0,02	0,02
35	0,24	0,67	0,16	0,01	0,00
36	0,10	0,50	0,05	0,00	0,00
37	0,07	0,71	0,05		
38	0,07	0,00	0,00		
39	0,07	0,29	0,02		
40	0,00	0,00	0,00		
$\Sigma l_x \cdot m_x = R_0 = 50,48$			$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x} = 160,83$		$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x} = 138,82$

TABLEAU IV. — Table de vie de la 6^e génération et calcul de la valeur approchée de r_m (nombre de femelles étudiées $N = 29$).

— r_m , taux intrinsèque d'accroissement de la population et T durée exacte d'une génération ;

— λ , taux fini d'accroissement de la population par femelle et par jour.

3^o Discussion.

Les pontes totales moyennes et par conséquent R_0 , paraissent être particulièrement élevées chez cette espèce surtout lorsqu'on les compare à celles qui ont été obtenues par d'autres chercheurs pour *T. urticae* (WATSON, 1964 ; LAING, 1969) ou pour *Tetranychus desertorum* Banks (NICKEL, 1960). Le nombre d'œufs pondus par femelle et par jour atteint 200 pour quelques

Age en jours	% de ♀ survi- vantes	Nbre d'œufs ♀ par ♀ et par jour	Valeurs provisoires de r_m		
			$r_m = 0,31$		$r_m = 0,30$
x	l_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{7-r_m \cdot x}$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{7-r_m \cdot x}$
0-9	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,00	2,23	2,23	110,16	121,76
11	1,00	6,18	6,18	223,90	249,98
12	1,00	7,19	7,19	191,11	215,41
13	1,00	8,09	8,09	157,67	179,60
14	1,00	7,81	7,81	111,68	128,40
15	1,00	8,09	8,09	84,86	98,54
16	1,00	6,29	6,29	48,37	56,80
17	1,00	7,73	7,73	43,60	51,71
18	1,00	6,44	6,44	26,66	31,88
19	0,97	6,30	6,11	18,51	22,42
20	0,93	6,43	5,98	13,34	16,27
21	0,93	5,42	5,04	8,22	10,13
22	0,86	5,33	4,58	5,50	6,82
23	0,83	5,48	4,55	4,00	5,05
24	0,76	5,51	4,19	2,68	3,44
25	0,76	5,17	3,93	1,85	2,40
26	0,69	5,29	3,65	1,28	1,64
27	0,62	4,84	3,00	0,75	0,99
28	0,62	3,29	2,04	0,39	0,51
29	0,55	3,05	1,68	0,24	0,30
30	0,55	2,31	1,27	0,13	0,18
31	0,48	2,52	1,21	0,08	0,12
32	0,41	2,22	0,91	0,05	0,06
33	0,34	2,50	0,85	0,03	0,05
34	0,28	1,96	0,55	0,02	0,02
35	0,21	1,62	0,34	0,01	0,01
36	0,14	1,64	0,23	0,00	0,00
37	0,10	2,30	0,23		
38	0,10	1,60	0,16		
39	0,07	0,71	0,05		
40	0,03	1,67	0,05		
41	0,03	1,67	0,05		
42	0,03	1,67	0,05		
43	0,03	0,00	0,00		
44	0,03	0,00	0,00		
45	0,00	0,00	0,00		
$\Sigma l_x \cdot m_x = R_0 = 110,75$			$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{7-r_m \cdot x} = 1\ 055,09$ $\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{7-r_m \cdot x} = 1\ 204,49$		

TABLEAU V. — Table de vie de la 9^e génération et calcul de la valeur approchée de r_m (nombre de femelles étudiées $N = 29$).

femelles des 8^e, 9^e et 10^e générations. Nous avons même noté une ponte de 246 œufs pour une femelle de la 10^e générations.

En fait, nous pensons que la différence observée avec les résultats des auteurs précédents provient de la technique d'élevage utilisée. Comme nous l'avons rappelé plus haut, l'élevage sur feuille isolée non détachée, entraîne une augmentation des pontes de près de 50 % par rapport aux élevages en logettes,

Générations	Nbre de ♀ étudiées	Jours de survie de 50 % des ♀	$\Sigma l_x \cdot n_x$	R_0	Nbre théo- rique de ♀	T_c	r_c	r_m	T	λ
1	29	19	100,4	75,3	1	18,7	0,231	0,254	17,0	1,29
2	28	20	77,0	57,8	75	18,3	0,222	0,245	16,0	1,28
3	28	22	78,8	59,1	4 350	17,6	0,232	0,251	16,3	1,29
4	30	24	75,9	57,0	260 000	16,0	0,253	0,269	15,0	1,31
5	28	23	55,7	41,8	15×10^6	16,4	0,228	0,244	15,3	1,28
6	29	20	67,3	50,5	61×10^7	18,0	0,218	0,236	16,6	1,27
7	28	20	117,9	88,4	31×10^9	16,9	0,265	0,295	15,2	1,34
8	28	21	136,1	102,1	27×10^{11}	17,9	0,258	0,280	16,5	1,32
9	29	22	147,7	110,8	28×10^{13}	17,4	0,271	0,307	15,3	1,36
10	27	21	140,3	105,2	31×10^{15}	19,9	0,234	0,264	17,6	1,30
11	28	22	137,0	102,8	33×10^{17}	19,9	0,232	0,255	18,2	1,29

TABLEAU VI. — Caractéristiques des 11 générations successives de *T. neocaledonicus* étudiées.

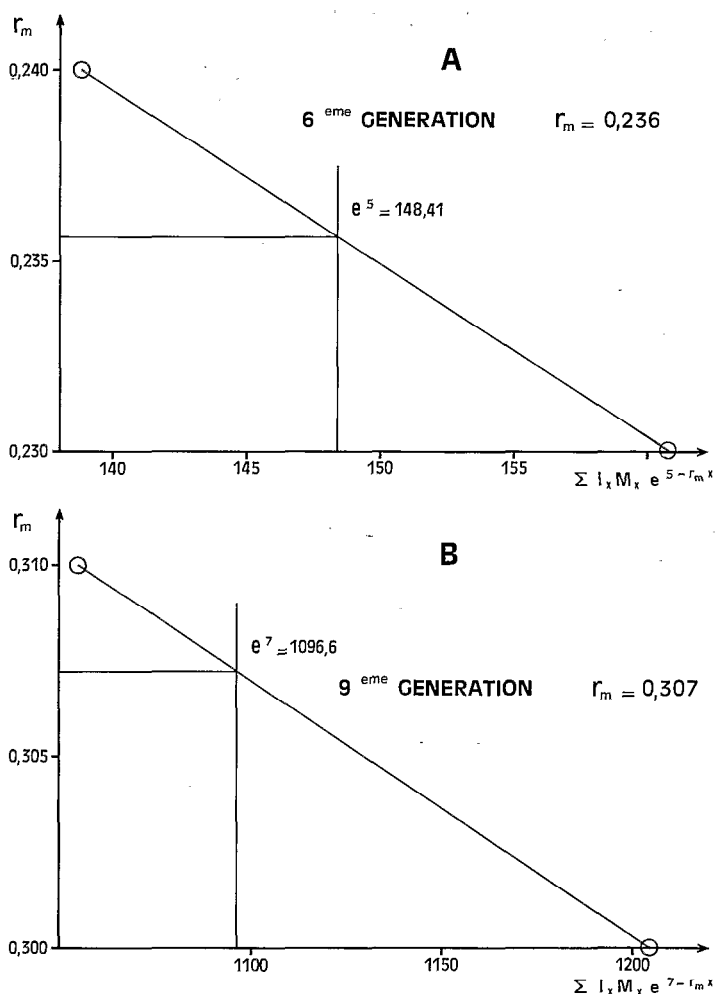


FIG. 6. — Détermination graphique du taux intrinsèque d'accroissement de la population de *T. neocaledonicus* pour la 6^e (A) et la 9^e génération (B).

or toutes les études précises sur *T. urticae* ou sur *T. desertorum* ont été réalisées en utilisant divers types de logettes.

Ces très fortes pontes ont une incidence directe sur le nombre théorique des femelles à chaque génération. Partant d'une femelle, le 24 novembre, nous obtiendrions 33×10^{17} femelles le 11 mai, en supposant que pour cette femelle et tous ses descendants l'espace et la nourriture soient illimités. Si l'on assimile le poids de chaque femelle à celui d'une gouttelette d'eau de 270μ de diamètre, on peut estimer que 1 000 femelles pèsent 10 mg et que 33×10^{17} femelles pèseraient 33 millions de tonnes !

Ainsi que le laissaient prévoir les graphiques établis par LAUGHLIN (1965) les différences entre r_c et r_m ou T_c et T , sont de l'ordre de 10 %. La comparaison, par la méthode des couples, des valeurs de T et des valeurs correspondantes de T_c moins 10 %, permet de dire que les deux séries ne diffèrent pas significativement

au seuil de 5 % ($t = 0,12$). Il se confirme donc que T_c constitue une intéressante caractéristique, rapidement calculable et permettant des comparaisons exactes en valeur relative.

Le calcul du nombre de générations successives pour un tétranyque à reproduction continue et dont les générations se recouvrent très largement, n'avait jamais été fait de façon précise. Chaque auteur ayant, en général, sa propre conception de la notion de génération : MULLER (1957) a attribué 4 à 5 générations estivales à *Tetranychus viennensis* Zacher en Allemagne, HASSAN et ZAHER (1956) 27 générations par an à *T. urticae* en Egypte, RAHMAN et SAPRA (1946) 32 générations par an à *T. neocaledonicus* au Pendjab. Les risques d'erreur, dans ces conditions, sont assez limités pour un nombre restreint de générations, mais les résultats n'ont plus aucune signification à partir du moment où l'appréciation porte sur une période correspondant à plus d'une dizaine de générations.

Figure 7, nous avons représenté la succession des générations étudiées et nous indiquons les valeurs de T obtenues par le calcul. L'intervalle de temps entre le début de deux générations consécutives étudiées, correspond à 1, 2 ou 3 jours près, à l'intervalle théorique calculé, si bien que l'on peut considérer nos approximations comme convenables. Il apparaît que, dans les conditions de ces essais, il est possible d'avoir 13 générations complètes de *T. neocaledonicus* pendant la saison cotonnière. En réalité, si les semis sont effectués tardivement et si l'infestation ne se manifeste pas dès la levée, 11 à 12 générations seulement se succéderont dans les plantations, de fin décembre à mi-juillet. 7 générations au moins, subiront directement les effets des 9 à 10 traitements insecticides ou insecticides-acaricides recommandés par les stations de recherches, dont le calendrier des traitements couvre une période allant de mi-janvier aux premiers jours de mai.

2.3.2. ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES DE CHAQUE GÉNÉRATION, EN COURS DE SAISON.

Les températures moyennes quotidiennes enregistrées sous abri (maximum + minimum/2) ainsi que les hygrométries moyennes quotidiennes (maximum + minimum/2) ont été reportées sur la figure 7. Les pluies quotidiennes sont données à titre indicatif puisqu'elles n'interviennent pas directement dans nos essais.

La température a sensiblement varié pendant les huit mois considérés. L'hygrométrie n'a subi que des écarts de très faible amplitude, passant d'une moyenne de 76,6 % fin novembre, à 80,2 % en février, puis 76,3 % en juin. Cette stabilité relative de l'hygrométrie est due en grande partie à la brise marine qui exerce son influence quotidienne dans toute la plaine de Tuléar. Les moyennes quotidiennes sont en effet, obtenues à partir d'un minimum de 60 à 65 % au milieu de la journée et d'un maximum nocturne de 95 à 100 %.

Les modifications des caractéristiques des différentes générations doivent, semble-t-il, être essentiellement attribuées aux variations de température. L'action de ce facteur nous a paru d'autant plus intéressante à analyser que nous avons enregistré pendant cette saison, des températures moyennes très proches de celles d'une année moyenne.

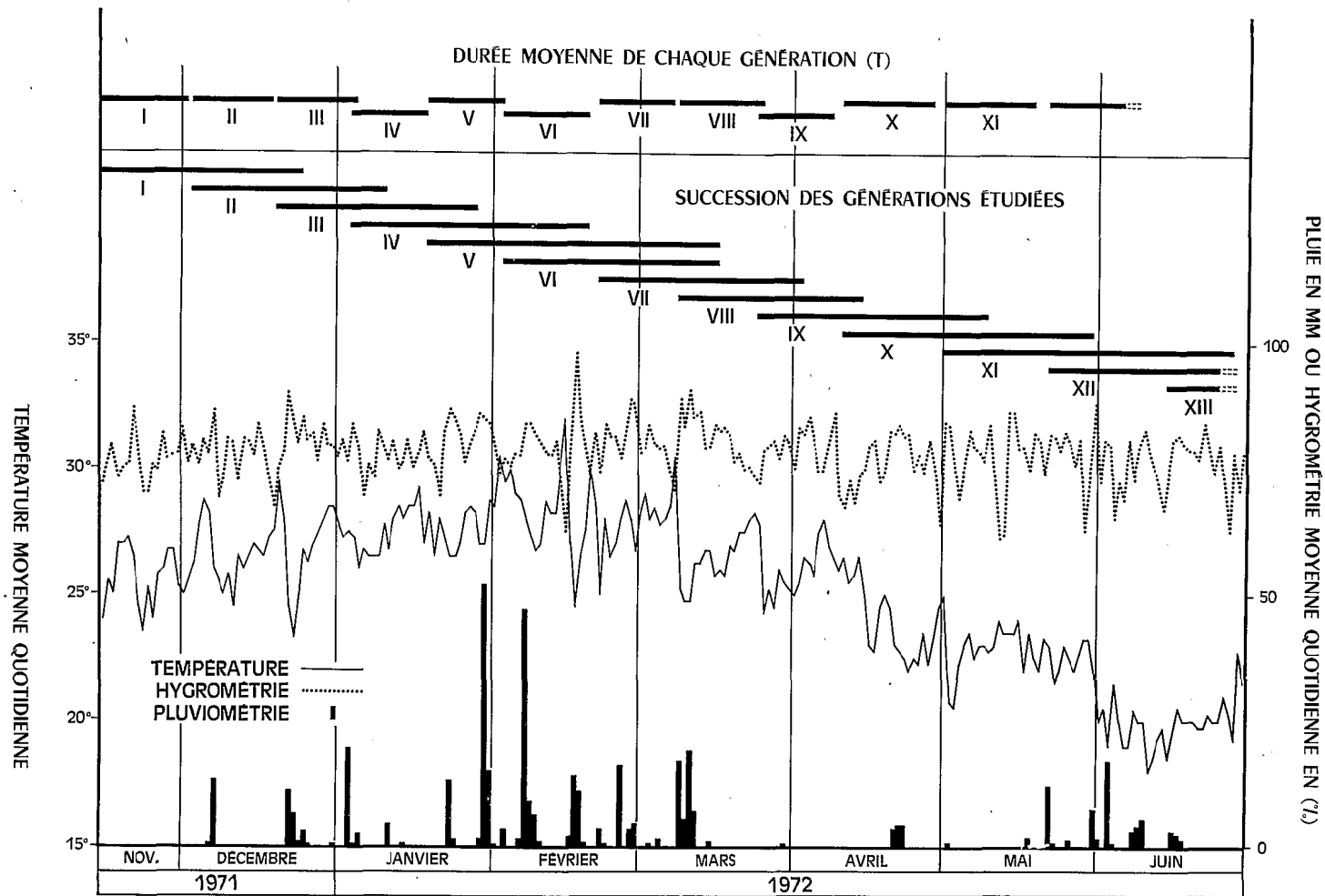


FIG. 7. — Succession des générations de *T. neocaledonicus* et évolution des conditions climatiques pendant la campagne cotonnière 1971-1972.

1° Influence de la température sur la durée totale de développement.

Nous avons comparé (Fig. 5) les variations de la durée totale des stades préimaginaux de chacune des 13 générations à celles de la température moyenne correspondant à chacune de ces périodes. D'après le graphique, cette durée totale est d'autant plus brève que la température moyenne est plus élevée. La durée de tous les stades semble affectée par cette variation de température. Ce résultat classique est confirmé par un calcul du coefficient de corrélation entre la température et la durée considérée ; nous obtenons un résultat très significatif ($r = -0,89$, alors que la table donne $-0,68$ pour 11 degrés de liberté au seuil de 1 %).

2° Influence de la température sur R_0 .

Les variations des différentes valeurs de R_0 ont été comparées à celles des températures moyennes, pendant les périodes au cours desquelles les femelles pondent la première moitié de leurs œufs. Cet intervalle de temps relativement court, par rapport à la vie totale de l'adulte, permet une estimation, à notre avis, plus exacte de l'action de la température.

Les courbes représentant les évolutions respectives de R_0 et de ces températures (Fig. 8, A), font apparaître qu'entre 25 °C et 28,5 °C, R_0 diminue lorsque la température moyenne s'élève. Un calcul du coefficient de corrélation entre R_0 et la température correspondante entre 22,7 °C et 28,5 °C, donne un résultat significatif ($r = -0,609$ alors que la table donne $-0,602$ pour 9 degrés de liberté au seuil de 5 %).

3° Influence de la température sur r_m et sur T .

Les variations de r_m et de T ont été étudiées en fonction de celles des températures moyennes des T premiers jours de chaque génération. Ces variations sont représentées sur la figure 8 par les graphiques B et C.

Un calcul du coefficient de corrélation entre r_m et les températures moyennes correspondantes ne donne pas de résultat significatif. Entre les valeurs de T et les températures moyennes correspondantes, nous obtenons par contre, un coefficient de corrélation très significatif ($r = -0,79$, alors que la table donne $-0,73$ au seuil de 1 % pour 9 degrés de liberté).

4° Discussion.

La réduction de la durée des stades de développement et celle de la durée des générations avec l'élévation de la température, constituent des résultats bien entendu prévisibles. L'abaissement dans des proportions assez considérables de R_0 , lorsque la température passe de 22,7 °C à 28,5 °C, est plus étonnant pour un tétranyque de la zone tropicale. D'après la figure 8-A, il semble que R_0 atteigne sa valeur la plus haute lorsque la température moyenne est de l'ordre de 26 °C ; lorsque la température moyenne s'abaisse à 23 °C, on observe de nouveau une réduction de R_0 .

D'après sa définition même, r_m atteint sa valeur la plus élevée lorsque R_0 est grand et T relativement faible. Cette conjoncture s'est produite à deux moments de la saison :

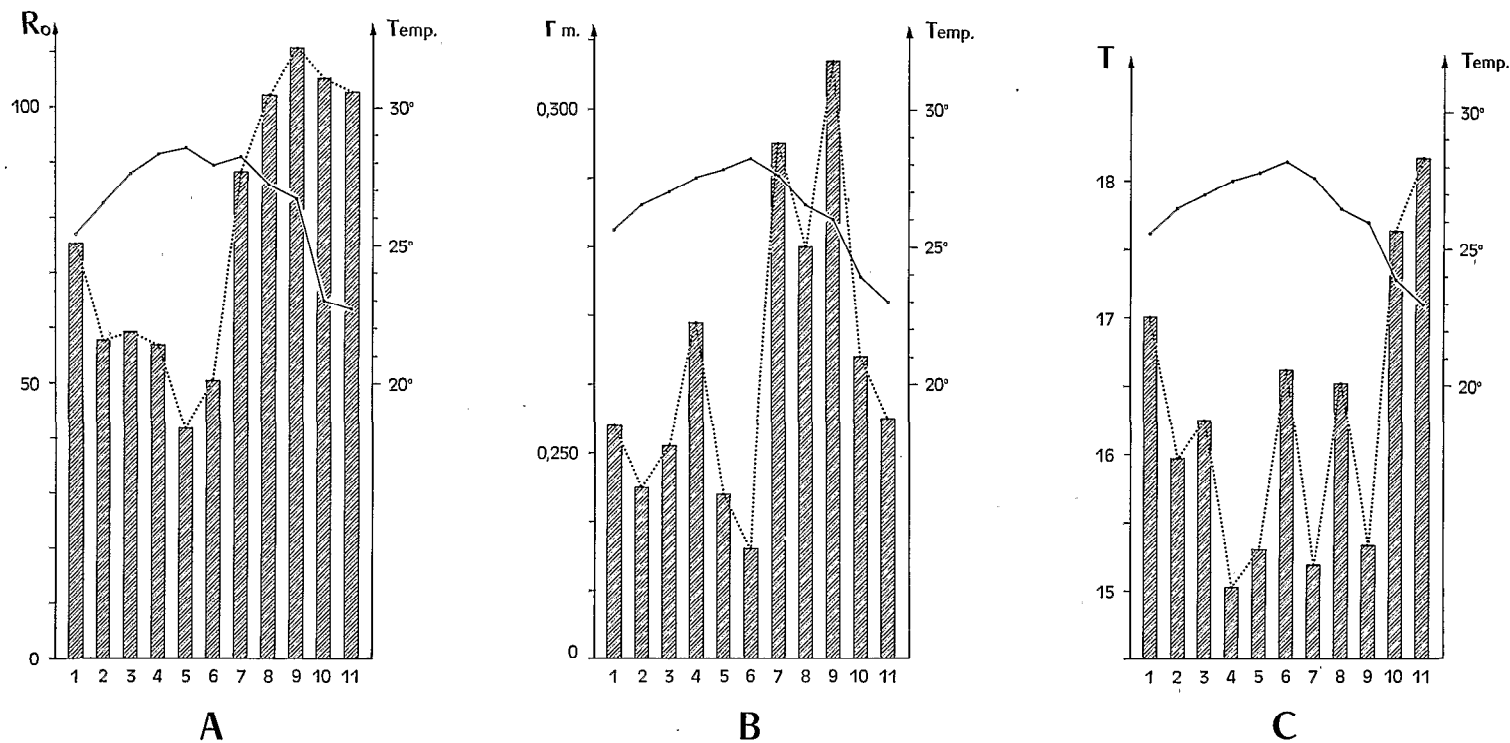


FIG. 8. — Comparaison de l'évolution de 3 caractéristiques de chacune des 11 générations de *T. neocaledonicus* étudiées au cours de la saison cotonnière 1971-1972.
 A, R_0 = potentiel net de reproduction ; B, r_m = taux intrinsèque d'accroissement de la population ; C, T = durée exacte de chaque génération.

— début janvier, à la 4^e génération, lorsque la durée d'une génération a été la plus courte, sans que R_0 ait encore atteint son minimum ;

— de façon plus nette en mars-avril, pour les 7^e, 8^e et 9^e générations.

A cette époque de l'année, T est encore faible puisque la durée des stades de développement est assez courte, tandis que R_0 augmente du fait de l'abaissement progressif de la température. Fin mars, début avril, nous avons eu sensiblement le même recouvrement de générations qu'en février, mais les femelles ont pondu presque trois fois plus. Ceci se traduit dans les plantations par une augmentation très nette du nombre de tétranyques. Cet accroissement des populations que nous avons eu l'occasion de constater à plusieurs reprises à l'approche de la saison fraîche, est certainement renforcé en année moyenne par un abaissement de l'hygrométrie et un arrêt des précipitations, la saison sèche étant habituellement plus marquée à partir de la fin mars.

3. ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE *T. NEOCALEDONICUS* ET DE TROIS DE SES PRÉDATEURS, SUR MANIOC, DANS LE SUD-OUEST DE MADAGASCAR

3.1. Conditions générales des essais.

3.1.1. LA PLANTE.

Dans la région de Tuléar, le manioc est souvent une culture bisannuelle, mais la parcelle choisie, établie sur un sol alluvionnaire et irrigable, a été plantée en juin 1971, la récolte devant intervenir en juillet 1972. Les observations ont été effectuées du 15 février au 28 juin 1972.

La plantation considérée (*Manihot utilissima* Pohl, variété sarigasy) a été faite en lignes, disposées à 2 m d'intervalle et comportant des pieds espacés de 1 m. La parcelle a, au total, 20 lignes de 50 pieds chacune.

Les façons culturales ont été réduites à des irrigations et à des désherbages pratiqués irrégulièrement. Les plants n'ont reçu aucun traitement phytosanitaire pendant la période de culture.

Les feuilles inférieures jaunissent, se dessèchent progressivement et finissent par se détacher, si bien que le niveau moyen du feuillage s'élève progressivement. La végétation évolue relativement peu en quelques mois, et les arbustes atteignent 2,50 m à 3,50 m avant la récolte.

3.1.2. LES ESPÈCES PHYTOPHAGES ET PRÉDATEURICES, EN PRÉSENCE SUR LE FEUILLAGE.

— *Phytophages* : *T. neocaledonicus* est le seul acarien phytophage présent, en nombre appréciable. On le retrouve en bordure de la parcelle sur diverses adventices, sur cotonniers spontanés, sur papayers et sur pois du Cap.

Nous avons remarqué également des pullulations sporadiques d'aleurodes (*Bemisia tabaci* Genn.) et quelques cochenilles (*Coccus viridis* Green).

— *Prédateurs* : Deux espèces de *Phytoseiidae* (Acariens, Mesostigmates), communs dans le Sud-Ouest malgache ont été abondamment récoltés : *Amblyseius rotundus* Blommers, que l'on peut rattacher au groupe d'*Amblyseius*

ovalis Evans et *Amblyseius bibens* Blommers, très proche de l'espèce africaine *Amblyseius teke* Pritchard et Baker (BLOMMERS, 1973). Les femelles de ces 2 phytoseiides considérés comme prédateurs, se distinguent facilement à vue ou à l'aide d'une loupe de poche.

Le coléoptère prédateur le plus fréquent est *Stethorus madecassus* Chazeau, *Coccinellidae* très répandu à Madagascar. Il ne s'attaque qu'aux *Tetranychidae* et on le retrouve autour du champ, sur diverses plantes cultivées ou spontanées.

Nous avons vu plus rarement sur les colonies de tétranyques le petit *Staphylinidae*, *Oligota pallidicornis* Cameron, déjà connu de l'Ile Maurice (dét. JARRIGE).

Un *Thripidae* prédateur, *Scolothrips hartwigi* Priesner (dét. A. BOURNIER) a été récolté occasionnellement sur les feuilles attaquées par *T. neocaledonicus*, ainsi que les larves d'une cécydomyie non identifiée.

Nous avons rattaché à la présence d'aleurodes et de cochenilles, la capture de deux espèces de *Coccinellidae* : *Exochomus laeviusculus* Weise, polyphage commun, parfois prédateur de tétranyques, et *Serangium toamasinae* Sicard, généralement coccidiphage.

Il nous a paru intéressant de suivre l'évolution des populations du tétranyque et des trois espèces prédatrices qui lui sont le plus fréquemment associées : *Stethorus madecassus*, *Amblyseius rotundus* et *Amblyseius bibens*.

3.2. Techniques d'échantillonnage.

Nous avons décidé de ne pas prélever de feuilles dans la parcelle étudiée pour ne perturber ni la végétation, ni les populations.

Bien que le comptage au laboratoire, au moyen d'une loupe binoculaire, soit d'une précision incontestable, l'expérience a prouvé que certains prédateurs quittent rapidement les feuilles détachées. Le comptage a donc été effectué sur place, à l'aide d'une loupe de poche, après la dissipation de la rosée matinale. Il a porté sur les femelles de *T. neocaledonicus* et les deux *Phytoseiidae*, et sur tous les stades de *S. madecassus*.

Un test préliminaire, consistant à prélever des *Phytoseiidae* dans les conditions des observations hebdomadaires, sur une parcelle voisine, a permis de s'assurer, en laboratoire, de la valeur des identifications faites sur le terrain.

Deux méthodes d'échantillonnage ont été utilisées simultanément :

— D'une part, sur 5 plants de manioc, choisis proches l'un de l'autre, nous avons dénombré les individus présents sur 10 feuilles, examinant ainsi 50 feuilles au total. Sur chaque plant, les 10 feuilles ont été choisies, au hasard, à 3 niveaux différents (3 feuilles au niveau inférieur, 4 au niveau moyen et 3 au niveau supérieur), et également selon diverses orientations.

— D'autre part, pour contrôler l'ensemble du champ, nous avons examiné 200 feuilles du niveau moyen, à raison de 10 feuilles par rang. Sur chaque rang, les feuilles ont été prises au hasard tous les 5 pieds.

Nous avons comparé, au cours de la période d'observation, l'évolution du nombre de femelles par feuille, fourni par chacune des deux méthodes d'échantillonnage utilisées, pour *T. neocaledonicus* et pour *A. rotundus* (CHAZEAU et GUTIERREZ, 1974).

Les résultats obtenus sont très semblables. L'échantillonnage dispersé tend

à atténuer les gradations observées, mais permet de vérifier la permanence de certaines espèces au niveau de la parcelle. L'étude des plants marqués confirme les données du champ et rend possible l'analyse de la répartition verticale des espèces.

3.3. Résultats.

3.3.1. RÉPARTITION DES POPULATIONS DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE.

1° Dans le temps.

La figure 9 réunit les indices de population déduits de l'échantillonnage de l'ensemble du champ et les données climatiques essentielles.

La température et l'hygrométrie ont été enregistrées sous abri météorologique à proximité de la plantation.

T. neocaledonicus est présent dans le champ de manière permanente. L'indice de population mesuré pour cette espèce (nombre de femelles par feuille) atteint un maximum le 23 février, diminue brutalement (minimum le 22 mars), croît régulièrement jusqu'à mi-mai, puis amorce une nouvelle décroissance.

La courbe correspondant à *S. madecassus* traduit une évolution sensiblement parallèle, avec toutefois un tracé en dents de scie, à partir de fin avril.

On observe un phénomène analogue pour *A. bibens*. Par contre, la dynamique de *T. neocaledonicus* est opposée à celle de *A. rotundus* dont l'indice de population atteint un maximum au moment où il y a le moins de tétranyques, le 22 mars, en fin de saison des pluies.

La figure 9 semble donc indiquer entre *T. neocaledonicus* d'une part, *S. madecassus* et *A. bibens* d'autre part, une liaison caractéristique d'un complexe proie-prédateur. Au contraire, la dynamique d'*A. rotundus* comparée à celle du tétranyque, laisse supposer l'indépendance ou l'exclusion réciproque de ces deux espèces (CHAZEAU et GUTIERREZ, 1974).

Remarquons qu'aucune corrélation calculée entre les indices de population hebdomadaire des différentes espèces n'est significative.

2° Dans l'espace.

— *Indépendance ou association des deux espèces en présence.* Nous avons d'abord cherché à savoir si la répartition de chacune des trois espèces prédatrices se fait au hasard ou non, compte tenu de la répartition de la proie supposée.

Les données servant à cette analyse sont présentées dans le tableau VII, qui regroupe 3 tableaux de contingence 2×2 . Les 1 000 feuilles étudiées (tableaux *T. neocaledonicus*-*A. rotundus* et *T. neocaledonicus*-*A. bibens*) ou les 2 000 feuilles étudiées (tableau *T. neocaledonicus*-*S. madecassus*) sont classées suivant le critère présence ou absence des espèces considérées.

Un test de χ^2 fournit, dans chaque cas, l'information cherchée sur la réalité de l'association. Aucune des répartitions n'est aléatoire, comme le montre la comparaison des effectifs observés et théoriques. *A. rotundus* se trouve sur des feuilles différentes de celles où l'on récolte *T. neocaledonicus*. Par contre, *S. madecassus* et *A. bibens*, se trouvent sur les mêmes feuilles que le tétranyque.

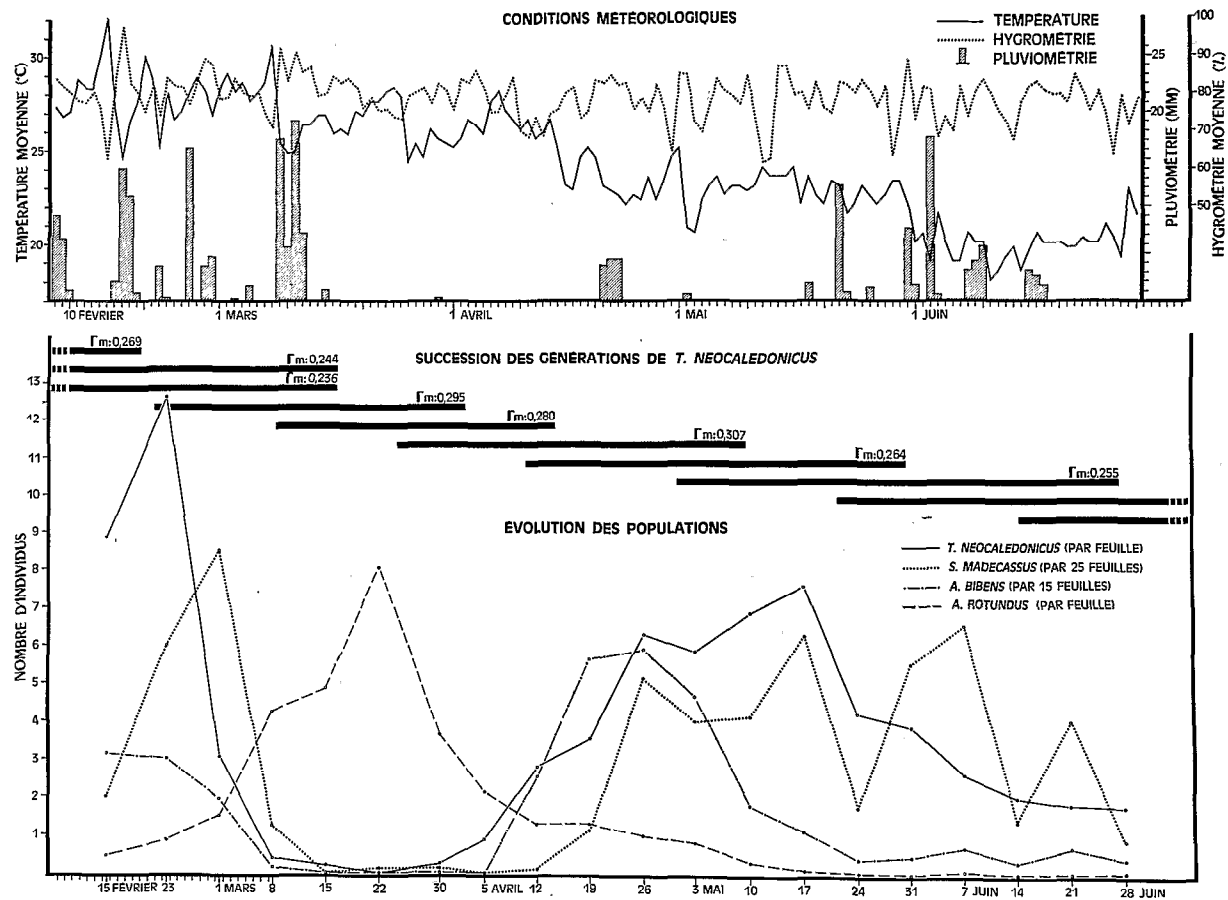


FIG. 9. — Evolution des indices de population de *T. neocaledonicus* et de ses 3 prédateurs au cours de la période d'observation (15 février-28 juin). Mise en parallèle des indices de population, des paramètres climatiques et du taux intrinsèque d'accroissement des populations du tétranyque. (D'après CHAZEau et GUTIERREZ, 1974.)

		<i>Amblyseius rotundus</i> Période : 12 avril-10 mai			<i>Amblyseius bibens</i> Période : 19 avril-17 mai			<i>Stethorus madecassus</i> Période : 26 avril-28 juin		
		+	-		+	-		+	-	
<i>Tetranychus neocaledonicus</i>	+	150 /193	260 /217	410	96 /69	416 /443	512	233 /150	940 /1 023	1 173
	-	321 /278	269 /312	590	38 /65	450 /423	488	23 /106	804 /721	827
		471	529	1 000	134	866	1 000	256	1 744	2 000
χ^2		30,7			25,1			127,2		
Divergence		significative			significative			significative		
Répartition		différente			identique			identique		

TABLEAU VII. — Test de la similarité de répartition de *T. neocaledonicus* et de ses trois prédateurs. Le tableau présente les nombres observés (caractères droits) et théoriques (caractères italiques) de feuilles de manioc, classées en fonction de la présence (+) ou de l'absence (-) des espèces considérées. (Nombre de degrés de liberté : 1. Coefficient de sécurité : 95 %). (D'après CHAZEAU et GUTIERREZ, 1974.)

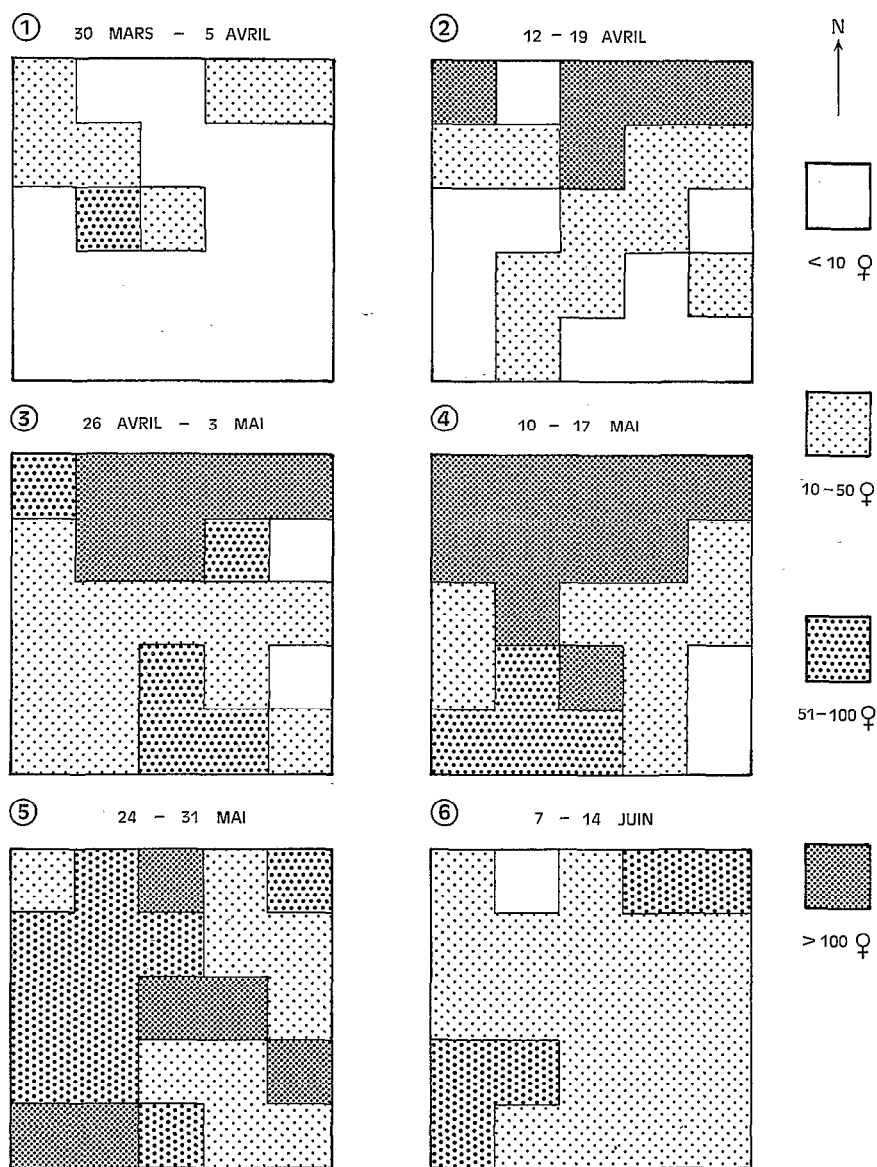


FIG. 10. — Répartition dans le champ de *T. neocaledonicus* au cours de l'une des gradations observées. Les chiffres relevés correspondent à un bloc de 2×8 feuilles et sont matérialisés et localisés par des carrés tramés. (D'après CHAZEAU et GUTIERREZ, 1974.)

— *Répartition verticale des populations.* Cette étude a été faite d'après les comptages effectués sur 5 pieds de manioc pendant 20 semaines consécutives. Elle a porté sur deux espèces *T. neocaledonicus* et *A. rotundus*. *A. bibens* et *S. madecassus* étant liés aux tétranyques, comme nous venons de le voir, leur répartition verticale coïncide avec celle de la proie.

CHAZEAU et GUTIERREZ (1974) ont observé que les deux espèces sont plus abondantes dans le niveau moyen de la végétation. Une analyse plus précise prouve que *T. neocaledonicus* vit surtout dans les niveaux moyen et supérieur, tandis que *A. rotundus* se trouve plutôt aux niveaux moyen et inférieur.

— *Extension de la population de tétranyques.* La figure 10 indique la répartition dans le champ, des femelles de tétranyques, au cours des différentes phases de la seconde gradation observée, du 30 mars au 14 juin.

Nous avons regroupé les données de deux échantillonnages hebdomadaires consécutifs, chaque donnée hebdomadaire étant elle-même obtenue en groupant les comptages effectués sur 8 feuilles. Un carré élémentaire de l'un des 6 graphiques correspond donc au dénombrement des individus présents sur 16 feuilles.

La zone attaquée revêt la forme d'une « vague » balayant tout le champ, du nord-est au sud-ouest. L'angle nord-est, dépourvu de bordure arbustive, mais aussi directement exposé au vent sec, qui suit la vallée du Fiherenana, a joué le rôle d'un réservoir pour le ravageur pendant la période d'observation.

Le sens du déplacement des tétranyques tend à montrer l'importance du vent dans le déplacement de l'acarien. Comme pour de nombreuses autres espèces (HUSSEY et PARR, 1963 ; VAN DE VRIE *et al.*, 1972), les jeunes femelles de *T. neocaledonicus* se laissent transporter passivement par un fil qu'elles laissent pendre et en cas de très forte infestation, elles forment des pelotes de plusieurs individus emmêlés à l'extrémité des feuilles.

L'excellent pouvoir de dispersion des tétranyques est indiqué par la comparaison du nombre de feuilles infestées et du nombre d'acaréens par feuille : dans les contrôles hebdomadaires, l'augmentation simultanée de ces deux paramètres montre que la dispersion suit très rapidement la multiplication de l'espèce.

3.3.2. DISCUSSION.

Les résultats que nous venons de présenter, appellent quelques réflexions sur l'évolution des populations de tétranyques en fonction des facteurs climatiques et de l'intervention des trois prédateurs.

1° *Influence des facteurs climatiques.*

Les variations assez brutales des populations de tétranyques ne peuvent être attribuées, à première vue, aux modifications des conditions de température et d'hygrométrie, puisque celles-ci varient de façon progressive. Si l'on prend en considération les taux intrinsèques d'accroissement (r_m) correspondant aux générations de *T. neocaledonicus* élevées sur cotonnier, parallèlement à ces observations (Fig. 9), on note toutefois une coïncidence entre la forte réduction de ce paramètre, obtenue début mars et la régression du nombre de tétranyques sur le terrain.

Pour ce qui est de l'action de la pluie sur *T. neocaledonicus*, il est très net (Fig. 9) que les réductions de population suivent les fortes averses de février et les pluies tardives de mai et juin. Nous retrouvons ici l'une des indications fournies par l'analyse de la répartition géographique de l'espèce à Madagascar.

2° Influence des prédateurs.

Au laboratoire : *S. madecassus*, *A. hibens* et *A. rotundus* sont des prédateurs actifs de tous les stades de *T. neocaledonicus*. Les larves et les adultes de *S. madecassus* sont des consommateurs quasi-exclusifs de tétranyques (CHAZEAU, 1974 a).

D'après les observations de BLOMMERS (comm. pers.), les femelles d'*A. rotundus* et d'*A. hibens*, ont une fécondité normale lorsqu'elles se nourrissent uniquement sur *T. neocaledonicus* ; le développement des larves d'*A. hibens* s'accomplit normalement avec *T. neocaledonicus* comme seule source alimentaire, alors que celui des larves d'*A. rotundus* exige un complément végétal, comme par exemple du pollen. En outre, les toiles de tétranyques ne gênent pas *A. hibens*, alors qu'elles constituent un obstacle aux déplacements de *A. rotundus*. Enfin, les larves d'*A. hibens* sont très sensibles à l'absence d'eau libre.

S. madecassus et *A. hibens* coexistent dans le temps avec leur proie et occupent la même niche écologique. Leurs liens étroits avec la proie entraînent leur disparition en même temps que celle-ci, ce qui réduit beaucoup leur efficience aux bas niveaux de la population de tétranyques.

Les populations d'*A. rotundus* augmentent en pleine saison des pluies, atteignent un maximum à la fin de cette période puis diminuent rapidement avec le retour d'une période plus sèche, exactement à l'opposé de celles de *T. neocaledonicus*. La répartition dans l'espace montre que les individus ne fréquentent pas les mêmes feuilles que les tétranyques et sont plus abondants aux niveaux les plus humides de la végétation. On peut admettre que *A. rotundus* a des exigences opposées à celles de la proie supposée à moins qu'il ne cherche à éviter le contact des toiles de tétranyques. Quelle que soit l'explication de la répartition de cet *Amblyseius*, il est certain que sa situation ne lui permet pas de contrôler efficacement *T. neocaledonicus* ; il est seulement susceptible de supprimer les jeunes femelles colonisatrices arrivant sur les feuilles où il préexiste.

4. CONCLUSIONS

La répartition des espèces du genre *Tetranychus* à Madagascar et dans les îles voisines, ainsi que la nature de leurs plantes hôtes, montrent que l'implantation de *T. neocaledonicus* dans cette partie du monde est fort ancienne, la région malgache constituant sans doute l'un des pôles de diffusion de ce tétranyque.

L'analyse de la distribution de *T. neocaledonicus* dans la Grande Ile, et les études de terrain effectuées, permettent d'obtenir un certain nombre de données sur le mode d'action des éléments du macroclimat et de quelques facteurs biotiques sur la dynamique des populations de l'acarien.

Les variations de température sont assez sensibles au cours d'une saison cotonnière. Aux périodes les plus chaudes, on note une réduction de la durée des stades de développement et de la durée des générations (T) ; il est cependant paradoxal de constater simultanément pour cette espèce intertropicale, une diminution du potentiel net de reproduction (R_0).

L'action mécanique de la pluie, ainsi qu'une forte hygrométrie, exercent un effet défavorable sur les populations : à la suite d'abondantes précipitations, on observe un arrêt brutal des pullulations ; les colonies sont plus rares dans les régions de l'île correspondant à l'étage humide.

D'après l'évolution de la répartition de ce tétranyque sur manioc, on retrouve un résultat classique mettant en évidence l'importance de l'action du vent dans la distribution de l'espèce.

En ce qui concerne les facteurs biotiques extrinsèques, nous avons réuni des informations sur les phénomènes de compétition qui se manifestent entre *T. neocaledonicus* et d'autres représentants du genre *Tetranychus*, ainsi que sur les relations entre le phytophage et quelques-uns de ses prédateurs.

Sur les quatre *Tetranychus* entrant effectivement en compétition avec *T. neocaledonicus*, à Madagascar, un seul semble parvenir à étendre son aire de répartition. Il s'agit de *T. urticae* dont les colonies se développent sur végétaux cultivés dans la zone des plateaux centraux, alors que *T. neocaledonicus* maintient sa présence sur les plantes endémiques ou spontanées.

Trois prédateurs de tétranyques : *Stethorus madecassus*, *Amblyseius bibens* et *A. rotundus* ont été observés de façon suivie dans la nature. *S. madecassus* et *A. bibens* vivent sur les mêmes feuilles que sur leur proie, mais disparaissent lorsque les tétranyques se raréfient. *A. rotundus*, qui se nourrit également de tétranyques au laboratoire, est plus abondant au contraire au moment où *T. neocaledonicus* se raréfie. Lorsque *A. rotundus* coexiste dans le temps avec le tétranyque, les deux espèces se trouvent sur des feuilles différentes. Cet *Amblyseius* ne peut donc être considéré comme un prédateur efficace.

Pour résumer les observations effectuées sur l'évolution des populations de *T. neocaledonicus* et de ses prédateurs sur manioc cultivé, on peut dire que l'acarien est constamment présent dans le champ et que, dès le retour de conditions favorables, ses populations augmentent indépendamment d'éventuelles réinfestations de la parcelle. Son taux d'accroissement et l'avantage initial assuré par sa permanence dans le milieu ne permettent pas aux prédateurs étudiés de contrôler réellement son extension. Un climat défavorable peut, par contre, ralentir l'accroissement du nombre des tétranyques jusqu'au point où l'intervention des prédateurs devient déterminante.

Sur le plan pratique, on parvient à la conclusion que, dans cette région, une culture arbustive, comme le manioc supporte, en l'absence de tout traitement, une population de *T. neocaledonicus* soumise à la combinaison des facteurs antagonistes naturels.

En culture cotonnière classique, les prédateurs sont éliminés par les traitements, si bien que les éléments du macroclimat jouent un rôle essentiel sur la dynamique des populations. Pour être exhaustif, il faut également signaler que nous avons observé, pour certains produits utilisés, notamment pour le carbaryl (1 naphthyl N méthylcarbamate), des pullulations imputables en majeure partie à l'action propre de l'insecticide. Cette observation rejoint les

travaux de CHABOUSSOU (1969) et nous nous contentons de la mentionner dans le cadre de cette étude.

Les résultats acquis sur la succession des générations du tétranyque, donnent la possibilité d'établir des prévisions de pullulation, dans la mesure où le climat de l'année en cours correspond à celui d'une année moyenne, comme en 1971-1972.

Nous avons mis en évidence, l'existence de 13 générations possibles, sur cotonnier, de mi-novembre à début juillet, mais les semis étant souvent tardifs, 11 à 12 générations seulement se succéderont en fait sur les cultures et 7 d'entre elles subiront directement les conséquences des 9 à 10 traitements insecticides ou insecticides-acaricides généralement appliqués. On pourrait sans doute voir rapidement apparaître, chez cette espèce, des souches résistantes, dans la mesure où l'on effectuerait des pulvérisations sans discernement.

L'étude de l'évolution du taux intrinsèque d'accroissement de la population (r_m) fournit une indication sur les périodes les plus favorables aux pullulations, ce qui devrait permettre un meilleur aménagement du calendrier des traitements.

En année « normale », deux périodes paraissent critiques et réunissent les conditions susceptibles d'entraîner un accroissement des populations : la première, assez courte, se situe début janvier, la seconde, plus longue, commence en mars et se poursuit jusqu'à la mi-avril.

La première pullulation atteint des jeunes plants qui risquent de demeurer plus ou moins marqués, la seconde se déroule au moment de la phase de floraison. L'importance de la première attaque peut être atténuée ou exagérée, selon que l'on aura début janvier une période pluvieuse ou une période de sécheresse, la seconde, théoriquement moins perturbée par les précipitations, apparaîtra donc plus régulièrement.

Inversement, la période la moins favorable aux pullulations, se situe en février, lorsque tous les éléments du macroclimat concourent à réduire le taux intrinsèque d'accroissement : température et hygrométrie élevées, précipitations abondantes. Même si l'on note la présence de tétranyques à cette époque de l'année, on peut être assuré que les populations demeureront à un niveau tolérable.

CHAPITRE III

ÉCOPHYSIOLOGIE EN LABORATOIRE

Les travaux effectués sur le terrain ont été complétés par un certain nombre d'expériences de laboratoire. Il nous a paru indispensable d'examiner de façon plus précise, l'influence de la température et de l'hygrométrie sur l'accroissement des populations de *T. neocaledonicus* (GUTIERREZ, 1974 b). Les éléments recueillis dans ce domaine, au chapitre précédent, risquaient d'être mal interprétés, car nous ne maîtrisions pas tous les facteurs. D'autre part, dans la région considérée, l'hygrométrie ambiante avait été constamment élevée et la gamme des températures peu étendue.

Nous avons ensuite comparé les caractéristiques de la dynamique de plusieurs souches de *T. neocaledonicus*, élevées dans des conditions identiques (GUTIERREZ et VAN ZON, 1973), l'étude en laboratoire permettant simplement d'éviter l'élevage simultané de toutes les souches.

Etant donné que l'extension des populations de *T. urticae* dans les zones cultivées de hautes terres de Madagascar, peut être liée à une meilleure adaptation de ce tétranyque aux conditions climatiques qui règnent en altitude, nous avons enfin entrepris plusieurs essais, destinés à établir une comparaison entre les taux d'accroissement des populations de *T. urticae* et de *T. neocaledonicus* pour différentes combinaisons de température et d'hygrométrie.

1. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HYGROMÉTRIE SUR L'ACCROISSEMENT DES POPULATIONS DE *T. NEOCALEDONICUS*

On dispose de nombreuses informations concernant le cycle de différentes espèces de *Tetranychidae*, étudiées dans la nature sur un grand nombre de plantes. Il n'existe pourtant que très peu de travaux de laboratoire effectués dans des conditions bien définies et par conséquent, susceptibles d'être aisément reproduits et comparés ; nous citerons parmi les plus récents, ceux d'ANDRES (1957), de BOUDREAUX (1958 et 1963), de G. M. DAS et S. C. DAS (1967), de KEETCH (1971), de MORI (1961) et de PUTMAN (1970). Seuls quelques auteurs ont calculé le taux d'accroissement des populations de tétranyques, élevées dans différentes conditions de température et d'hygrométrie : NICKEL (1960) pour *Tetranychus desertorum* Banks et *Tetranychus urticae* Koch, WATSON (1964) pour *T. urticae*, et LAING (1969) pour *T. urticae*.

Nous avons, dans un premier temps, recueilli un certain nombre de données et nous avons étudié avec précision l'influence de la température et de l'hygro-

métrie sur la ponte des femelles de *T. neocaledonicus*, selon qu'elles sont vierges ou fécondées. D'autres essais ont été ensuite entrepris, afin de déterminer le taux d'accroissement intrinsèque de la population pour plusieurs combinaisons de température et d'hygrométrie, l'ensemble des résultats devant permettre d'esquisser pour cette espèce, le mode de variation de r_m en fonction de ces deux facteurs.

1.1. Matériel et conditions générales des essais.

— *Souche*. La souche de *T. neocaledonicus* utilisée provient d'Ihosy, alt. 750 m (prov. de Fianarantsoa), où elle a été prélevée sur cotonnier cultivé : elle est entretenue au laboratoire sur disques de feuille de cotonnier. La température moyenne de la salle d'élevage varie de 23 à 25 °C, l'hygrométrie de 60 à 70 %.

— *Matériel végétal*. Nous n'avons employé que des feuilles terminales détachées, provenant de cotonniers cultivés en serre semi-climatisée, sur solution nutritive (cf. Chap. I).

— *Technique d'élevage*. La description de la technique mise en œuvre pour les élevages à température et à hygrométrie constantes a été faite au chapitre I.

1.2. Influence de la température et de l'hygrométrie sur la durée des stades de développement, la fécondité et la longévité des femelles.

1.2.1. SURVIE ET DURÉE DES STADES DE DÉVELOPPEMENT.

Plusieurs séries d'expériences ont été effectuées à différentes températures : 15, 20, 25, 30 et 35 °C, liées à un niveau d'hygrométrie constant voisin de 50 %.

Nous avons étudié l'influence de l'hygrométrie, de façon précise, à 25 °C.

1° Méthode.

Une vingtaine de jeux de plaques en plexiglas ont été utilisées, ce qui correspond à 120 logettes. Dans chacune d'elles nous avons déposé 3 femelles fécondées, prélevées sur la souche. Les femelles pondent pendant 4 heures, puis on les retire et les œufs déposés sont détruits, à l'exception d'un seul. Lorsque la mortalité est trop élevée, on augmente le nombre de plaques ou bien on teste des pontes groupées. Les plaques sont examinées et on effectue des notations toutes les 6 heures, jusqu'à la sortie des adultes.

2° Résultats.

Les résultats sont reportés sur les tableaux VIII, IX, X et XI.

D'après les tableaux VIII et IX, le pourcentage de survivants sur 1 000 œufs est plus élevé lorsque la température est d'environ 25 °C et l'hygrométrie de 50 %. Ce nombre décroît brusquement au dessus de 30 °C, alors qu'il diminue progressivement lorsque la température baisse.

D'après le tableau IX, l'hygrométrie la plus favorable à la survie, se situe entre 30 et 50 %. Lorsque le milieu ambiant est sec (15 %), on a un très fort

Température	Stade	Nbre d'individus	Nbre de morts	Mortalité %	Survivants sur 1 000 ω
15 °C	ω	154	4	2,6	974
	L	150	25	16,7	812
	R_1	125	20	16,0	682
	P	105	17	16,2	571
	R_2	88	8	9,1	519
	D	80	16	20,0	416
	R_3	64	2	3,1	403
20 °C	ω	108	3	2,8	972
	L	105	4	3,8	935
	R_1	101	1	1,0	926
	P	100	1	1,0	917
	R_2	99	1	1,0	907
	D	98	0	0,0	907
	R_3	98	0	0,0	907
25 °C	ω	147	4	2,7	973
	L	143	1	0,7	966
	R_1	142	0	0,0	966
	P	142	1	0,7	959
	R_2	141	0	0,0	959
	D	141	1	0,7	952
	R_3	140	0	0,0	952
30 °C	ω	110	3	2,7	973
	L	107	5	4,7	927
	R_1	102	5	4,9	882
	P	97	4	4,1	845
	R_2	93	3	3,2	818
	D	90	2	2,2	800
	R_3	88	2	2,3	782
35 °C	ω	299	253	84,6	154
	L	46	41	89,1	17
	R_1	5	0	0,0	17
	P	5	4	80,0	3
	R_2	1	0	0,0	3
	D	1	1	100,0	0
	R_3	0	—	—	0

TABLEAU VIII. — Influence de la température sur la mortalité et la survie des différents stades de développement de *T. neocaledonicus*, élevés à une hygrométrie constante de 50 %.

pourcentage de mortalité des œufs (81,7 %), par contre avec une humidité élevée (95 %), les œufs survivent relativement bien (mortalité de 34,5 %), mais une forte proportion de larves meurt (79,4 %). Ce phénomène correspond aux observations effectuées par BOUDREAUX (1958), sur plusieurs autres espèces du genre *Tetranychus*.

Le tableau X indique la durée des stades de développement, à une hygrométrie constante de 50 % et pour 4 températures différentes. Nous n'avons tenu compte que des larves qui ont atteint le stade adulte, si bien que nous avons pu donner la durée des stades pour chaque sexe.

Hygrométrie	Stade	Nbre d'individus	Nbre de morts	Mortalité %	Survivants sur 1 000 ω
15 %	ω	82	67	81,7	183
	L	15	1	6,7	171
	R_1	14	0	0,0	171
	P	14	1	7,1	159
	R_2	13	1	7,7	146
	D	12	2	16,7	122
	R_3	10	2	20,0	98
30 %	ω	123	5	4,1	959
	L	118	2	1,7	943
	R_1	116	1	0,9	935
	P	115	1	0,9	927
	R_2	114	2	1,8	911
	D	112	0	0,0	911
	R_3	112	1	0,9	902
50 %	ω	147	4	2,7	973
	L	143	1	0,7	966
	R_1	142	0	0,0	966
	P	142	1	0,7	959
	R_2	141	0	0,0	959
	D	141	1	0,7	952
	R_3	140	0	0,0	952
80 %	ω	180	6	3,3	967
	L	174	24	13,8	833
	R_1	150	15	10,0	750
	P	135	13	9,6	678
	R_2	122	9	7,4	628
	D	113	15	13,3	544
	R_3	98	2	2,0	533
95 %	ω	200	69	34,5	655
	L	131	104	79,4	135
	R_1	27	13	48,1	70
	P	14	6	42,9	40
	R_2	8	2	25,0	30
	D	6	2	33,3	20
	R_3	4	1	25,0	15

TABLEAU IX. — Influence de l'hygrométrie sur la mortalité et la survie des différents stades de développement de *T. neocaledonicus*, élevés à une température constante de 25 °C.

Nous retrouvons un résultat classique : pour les deux sexes, la durée de développement diminue lorsque la température s'élève. Si l'on porte en abscisse la température (x) et en ordonnée le nombre de jours nécessaires au développement total (y), la courbe joignant les 4 points peut être assimilée à une hyperbole équilatère d'équation

$$y = \frac{K}{x - a}$$

K est une constante et a est appelé le seuil inférieur, c'est la température à

Température		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C	
Sexe		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Nombre d'individus		55	7	74	24	113	26	64	22
Stade	ω	14,1	14,3	6,2	6,2	4,0	4,1	3,2	3,1
	L	4,7	4,8	1,7	1,6	1,0	1,0	0,9	0,9
	R_1	2,7	2,8	1,3	1,8	0,7	0,7	0,7	0,6
	P	3,2	2,6	1,1	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6
	R_2	2,8	3,7	1,3	1,2	0,8	0,7	0,6	0,5
	D	4,0	3,3	1,4	1,1	1,0	0,8	1,0	0,7
	R_3	3,7	3,6	1,7	1,4	1,0	0,8	0,6	0,6
Durée totale $\pm t.s_m$		35,2 \pm 0,7	35,1 \pm 2,3	14,7 \pm 0,1	14,2 \pm 0,1	9,2 \pm 0,1	8,8 \pm 0,2	7,7 \pm 0,2	7,1 \pm 0,2
t		0,1		3,0		3,7		4,1	

TABLEAU X. — Influence de la température sur la durée, en jours, des différents stades de développement de *T. neocaledonicus*, élevés à une hygrométrie constante de 50 % (intervalle de confiance des moyennes de 5 %). A la dernière ligne, les valeurs de t permettent de tester les différences entre les durées totales de développement des mâles et des femelles, pour une même température.

Hygrométrie	30 %		50 %		80 %	
Sexe	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Nombre d'individus	93	18	113	26	41	14
Stade	ω	4,2	4,2	4,0	4,1	3,9
	L	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5
	R_1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9
	P	0,9	0,8	0,7	0,7	1,2
	R_2	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8
	D	1,1	1,0	1,0	0,8	1,3
	R_3	1,0	0,9	1,0	0,8	1,2
	R_4	1,0	0,9	1,0	0,8	1,2
Durée totale $\pm t.s_m$	10,4 \pm 0,1	10,1 \pm 0,2	9,2 \pm 0,1	8,8 \pm 0,2	10,8 \pm 0,2	10,2 \pm 0,2
t	2,8		3,7		3,4	

TABLEAU XI. — Influence de l'hygrométrie sur la durée, en jours, des différents stades de développement de *T. neocaledonicus*, élevés à une température constante de 25 °C (intervalle de confiance des moyennes à 5 %). A la dernière ligne, les valeurs de t permettent de tester les différences entre les durées totales de développement des mâles et des femelles, pour une même hygrométrie.

laquelle la durée de développement tend vers l'infini, ou encore à laquelle la vitesse de développement ($1/y$) tend à s'annuler (ANDREWARTHA et BIRCH, 1954).

Pour les femelles, un calcul de corrélation entre les températures et les vitesses de développement correspondantes, donne une valeur de r significative ($r = 0,983$, alors que la table donne 0,980 au seuil de 2 %). Etant donné le faible nombre de points obtenus, nous n'avons pas cherché à établir de relation plus sophistiquée entre x et y . La valeur de a , a été calculée à partir des durées de développement correspondant à 15 et 20 °C : $a \approx 11,5$ °C.

La différence entre la durée totale de développement des mâles et des femelles, non significative à 15 °C, le devient à 1 % pour 20 °C et à 1 ‰, pour 25 °C et 30 °C.

D'après le tableau XI, l'évolution des œufs est plus rapide à forte hygrométrie ; la durée de développement des femelles est par contre plus brève lorsque l'hygrométrie est de 50 %, elle est plus longue à 30 % et encore plus à 80 %. La différence entre la durée de développement des mâles et des femelles est significative, à 1 % pour 30 et 80 %, et à 1 ‰ pour 50 %.

3° Discussion.

Les résultats précédents ont été comparés à ceux que nous avons obtenus avec les mêmes méthodes d'élevage, mais à température et hygrométrie variables.

Pour une température moyenne de 25° et une hygrométrie moyenne de 75 %, la durée de développement est de $8,9 \pm 0,3$ jours (Chap. II, tableau III) ; pour une température moyenne de 30°, liée à une hygrométrie moyenne de 60 %, elle est de $8,3 \pm 0,1$ jours (GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972). La vitesse de développement, à température constante, est par conséquent très voisine de celle que l'on obtient, lorsque la température varie, avec une moyenne correspondant à la température constante étudiée.

Lorsqu'on s'éloigne des conditions les plus favorables à l'espèce, la réduction de la survie des stades préimaginaux est davantage marquée dans les essais en ambiance constante que dans ceux à température et à hygrométrie variables. C'est ainsi que dans une ambiance maintenue à 30 °C et à 50 % d'hygrométrie, la survie des stades de développement n'est que de 78 %, tandis qu'à une température moyenne de 30 °C, liée à une hygrométrie moyenne de 60 %, 87 % des œufs donnent des adultes (GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972). De façon encore plus nette, une hygrométrie constante de 80 % réduit la survie des stades préimaginaux à 53 %, alors qu'à une hygrométrie variant autour d'une moyenne de 80 %, 90 % des œufs parviennent au stade adulte (Chap. II, tableau III).

Nous avons, d'autre part, effectué des comparaisons avec les durées de développement d'autres espèces.

A partir d'œufs de *T. urticae*, élevés dans les mêmes conditions, à une hygrométrie constante de 50 %, nous avons obtenu des femelles, au bout de 15,1, 9,2 et 7,0 jours pour les températures de 20,25 et 30 °C (cf. tableau XIX).

T. desertorum, élevé sur feuilles de cotonnier, à 25 °C (NICKEL, 1960), a une durée de développement de 10,5 jours, pour une hygrométrie de 30 % et de 9,8 jours pour une hygrométrie de 80 %.

Pour *Oligonychus coffeae* (Nietner), sur feuilles de théier, la durée des stades préimaginaux est de 11,6 jours, à une température constante de 25 °C, liée à une hygrométrie de 75 à 80 % (DAS et DAS, 1967).

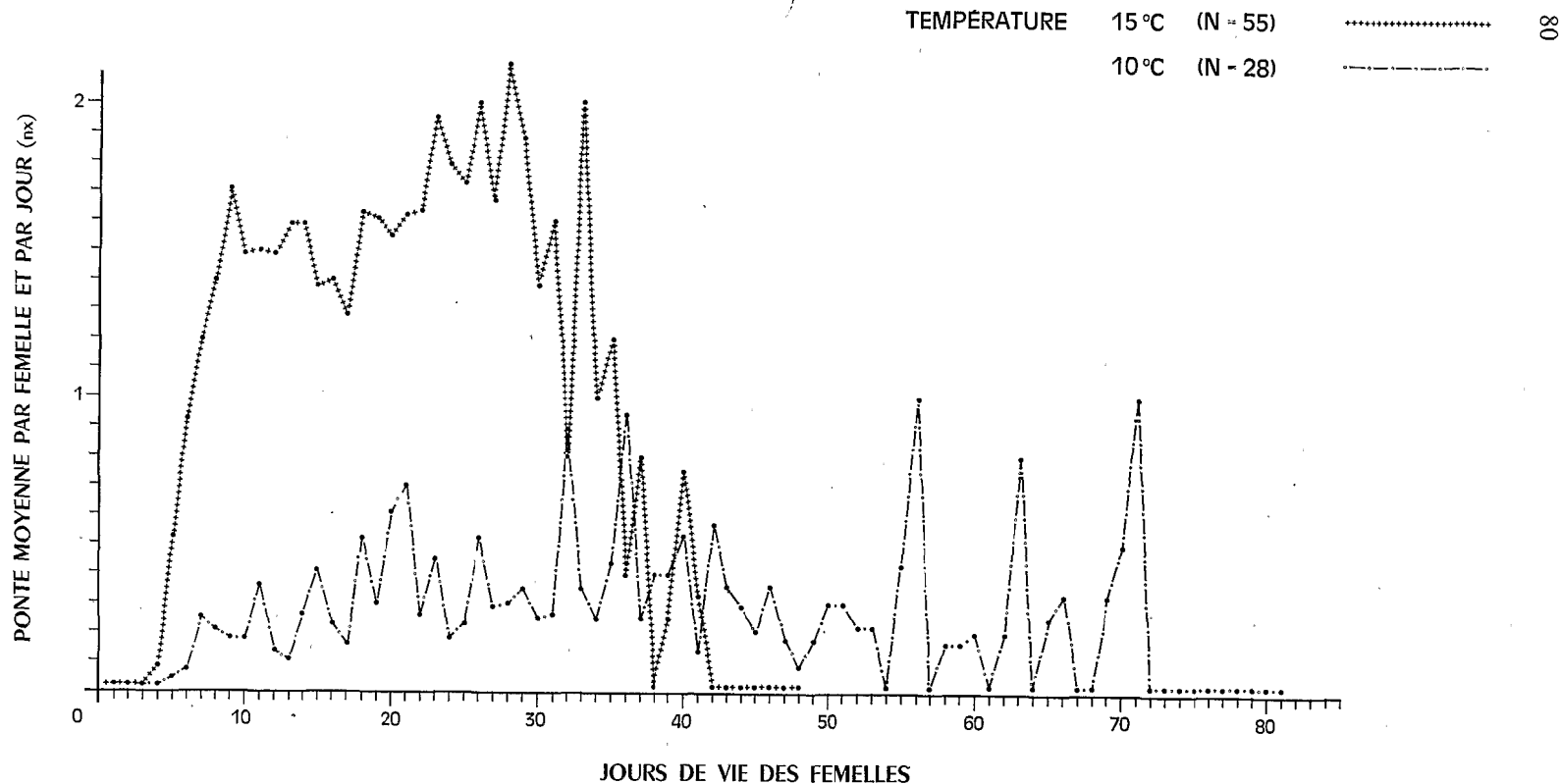
BOUDREAUX (1963), résumant de nombreuses études, indique que l'optimum de température donnant le développement le plus rapide, chez la plupart des *Tetranychidae*, se situe entre 24 et 29,5 °C et, qu'à ces températures, la durée totale de développement varie de 7 à 12 jours.

La période d'incubation des œufs et la durée des différents stades larvaires de *T. neocaledonicus* sont donc comparables à celles des autres espèces du genre *Tetranychus*, qui, parmi les tétranyques, ont elles-mêmes le développement le plus bref.

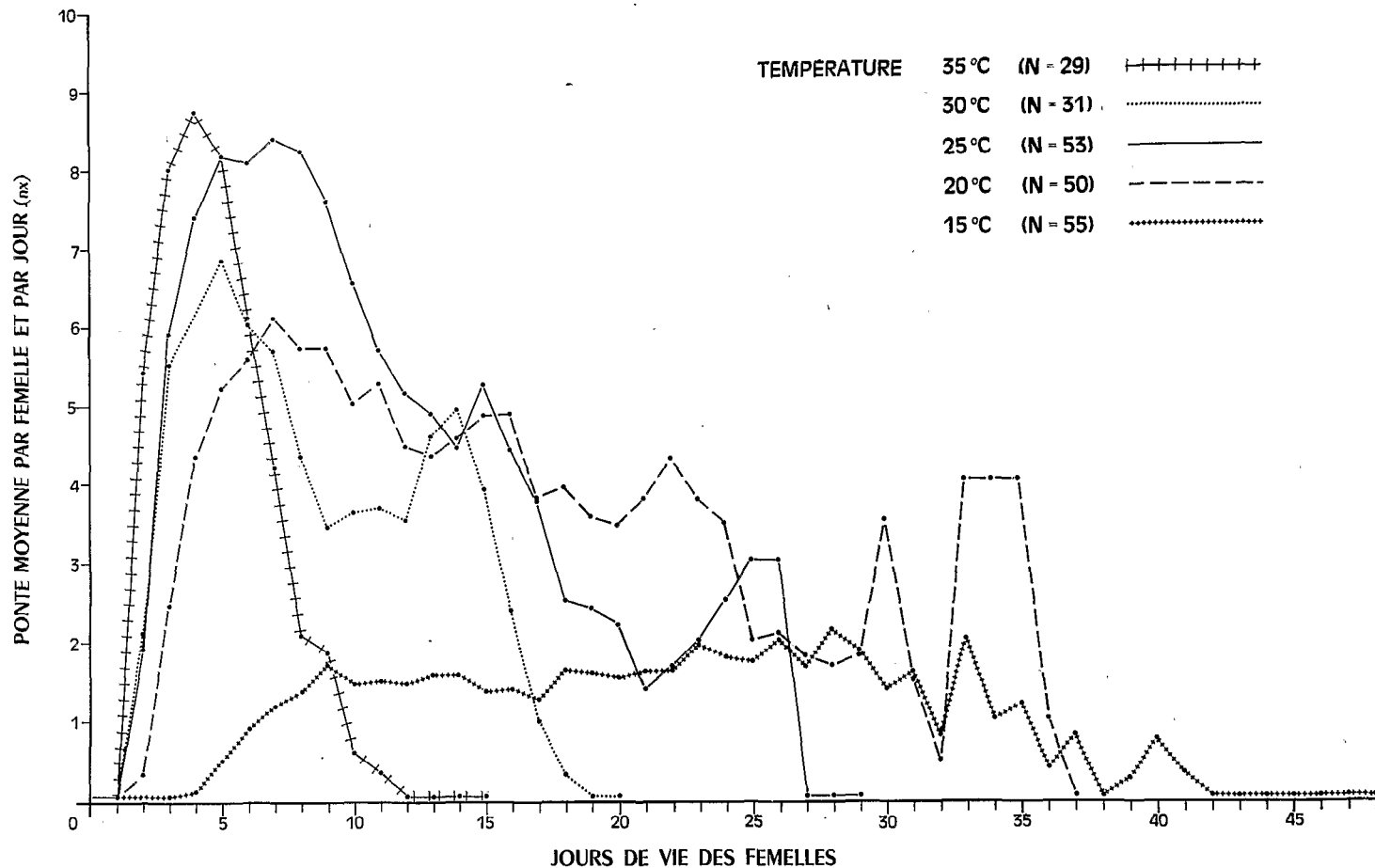
Nous avons vérifié qu'aucun œuf ne parvenait à éclore à 10 °C, aux niveaux d'hygrométrie 30, 50 et 80 %. De la même façon, à 35 °C et 50 % d'hygrométrie, 85 % des œufs meurent et aucune larve n'atteint le stade adulte. Ainsi que nous allons le voir, les adultes survivent cependant bien à 10° et à 35 °C, lorsque l'hygrométrie est maintenue à 50 %.

1.2.2. LONGÉVITÉ ET RÉCONDITÉ DES FEMELLES.

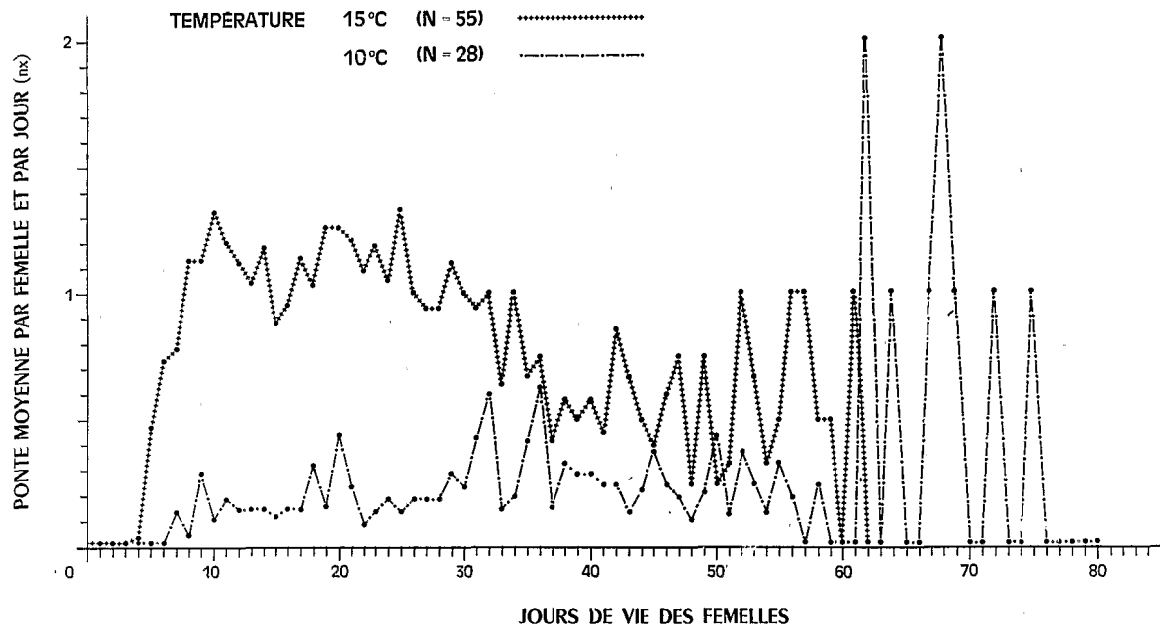
Comme pour l'étude précédente, plusieurs séries d'essais ont été effectuées à différentes températures : 10, 15, 20, 25, 30 et 35 °C, liées à une hygrométrie constante voisine de 50 %. L'influence de l'hygrométrie a été examinée de façon précise à 25 °C.



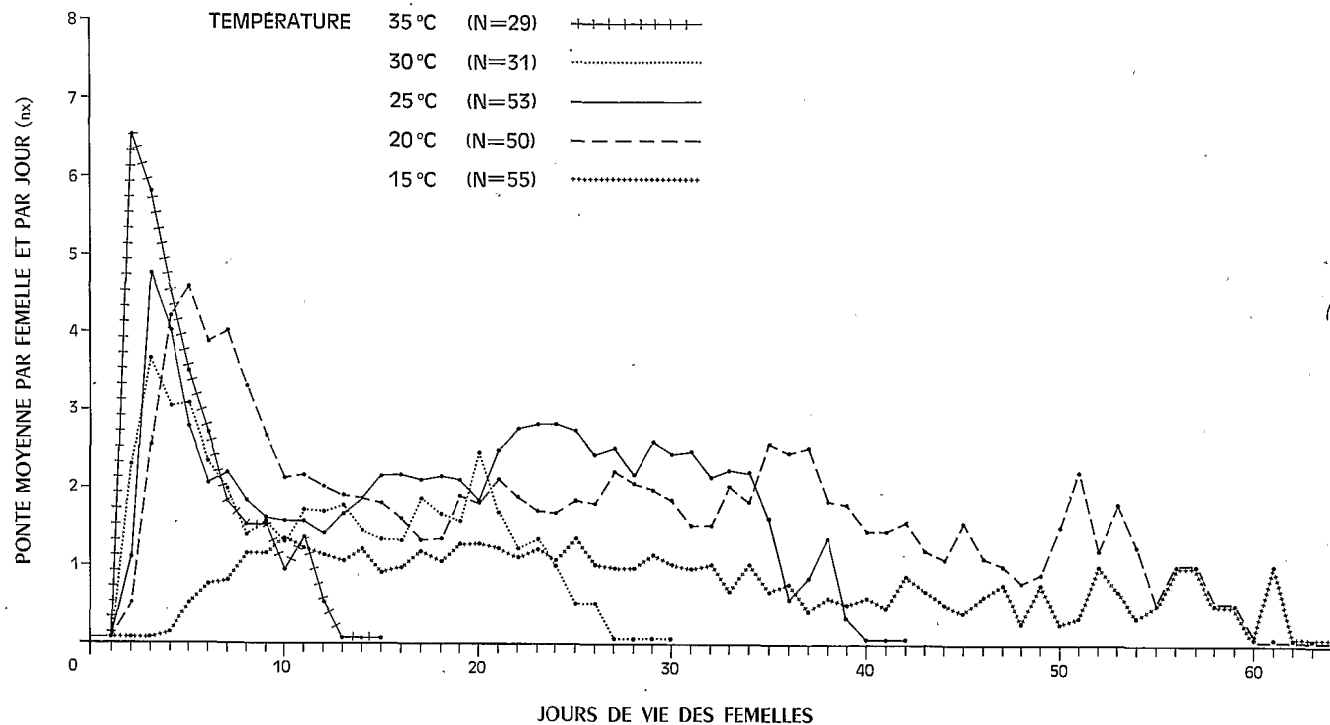
Pl. XVI. — Influence de la température sur la ponte moyenne quotidienne (nx) de femelles fécondées de *T. neocaledonicus*, élevées à une hygrométrie constante de 50 % (N = nombre de femelles étudiées). Températures constantes de 10 et de 15 °C.



Pl. XVII. — Influence de la température sur la ponte moyenne quotidienne (\bar{nx}) de femelles fécondées de *T. neocaledonicus*, élevées à une hygrométrie constante de 50 % (N = nombre de femelles étudiées). Températures constantes de 15, 20, 25, 30 et 35 °C.



Pl. XVIII. — Influence de la température sur la ponte moyenne quotidienne (nx) de femelles vierges de *T. neocaledonicus*, élevées à une hygrométrie constante de 50 % (N = nombre de femelles étudiées). Températures constantes de 10 et 15 °C.



Pl. XIX. — Influence de la température sur la ponte moyenne quotidienne (nx) de femelles vierges de *T. neocaledonicus*, élevées à une hygrométrie constante de 50 % (N = nombre de femelles étudiées). Températures constantes de 15, 20, 25, 30 et 35 °C.

1° Méthode.

Nous avons utilisé pour chaque essai, 10 plaques correspondant à 60 logettes. Dans chacune d'elles, nous avons déposé une larve destinée à donner une femelle, prise au troisième stade de repos (R_3). Les larves proviennent, sauf dans le cas des essais à 10 °C et à 35 °C, d'un élevage réalisé dans les conditions de l'expérience.

Pour obtenir des femelles fécondées, un mâle est placé auprès de chaque R_3 femelle, au début de l'essai. Les accouplements ont lieu dans l'ambiance de la salle d'élevage, avant que les plaques ne soient disposées dans les bacs.

Les femelles vierges restent seules pendant toute la durée de leur vie. On effectue observations et notations, à heure fixe, toutes les 24 h. On compte les pontes, en détruisant chaque jour les œufs, à l'aide d'une minutie montée.

2° Résultats.

— *Influence de la température.* Les résultats sont indiqués par les courbes des planches XVI à XXI et résumés dans le tableau XII.

Pour les femelles fécondées (Pl. XVI et XVII), la période qui précède la ponte est de 4 jours à 10 °C, 3 jours à 15 °C, mais de 1 jour seulement pour 20, 25, 30 et 35 °C. Sauf pour la température de 10 °C, à laquelle les pontes demeurent à un niveau très faible, le nombre d'œufs déposés augmente très rapidement, se stabilise quelques jours, puis diminue progressivement. La période qui suit la ponte, peut être de 9 jours à 10 °C, de 6 jours à 15 °C, mais à une température plus élevée, les femelles s'arrêtent de pondre 1, 2 ou 3 jours avant de mourir.

Pour les femelles vierges (Pl. XVIII et XIX), la période qui précède la ponte est de 6 jours à 10 °C, 3 jours à 15 °C, de 1 jour pour 20, 25, 30 et 35 °C. Les pontes à 10 et 15 °C demeurent très faibles. A 20, 25, 30 et 35 °C, les courbes de ponte montrent un pic très marqué, les premiers jours, puis se maintiennent à un niveau relativement bas jusqu'à la mort des femelles. La période qui suit la ponte est un peu plus brève que lorsque les femelles sont fécondées.

D'après le tableau XII, les pontes des femelles fécondées et des femelles vierges augmentent progressivement, en fonction de la température jusqu'à un maximum situé entre 20 et 25 °C, puis diminuent rapidement.

Les différences entre les pontes des femelles fécondées et des femelles vierges, non significatives à 10, 15 et 20 °C, le deviennent à 1‰₀₀, à 25, 30 et 35 °C. Le processus qui entraîne une augmentation des pontes, chez les femelles fécondées, ne se manifeste donc qu'à partir d'une température supérieure à 20 °C.

La longévité des femelles fécondées et des femelles vierges (Pl. XX et XXI, tableau XII) décroît lorsque la température augmente. Le phénomène est moins net pour les femelles vierges que pour les femelles fécondées; à 10 et 15 °C, les deux types de femelles ont la même survie, mais à partir de 20 °C, les femelles vierges vivent plus longtemps que les femelles fécondées élevées à la même température. A 20 °C, alors que les pontes des deux types de femelles ne diffèrent pas significativement, les femelles vierges vivent déjà plus longtemps que les femelles fécondées.

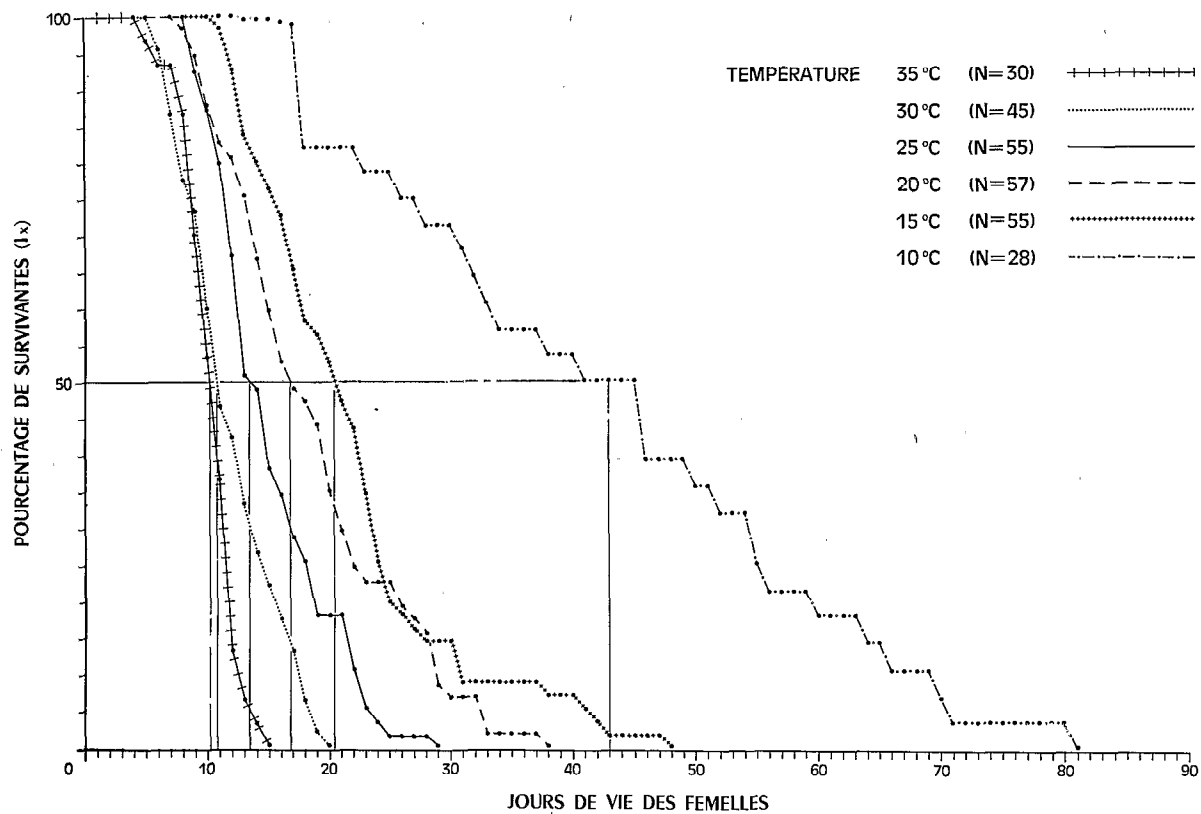
— *Influence de l'hygrométrie.* Les résultats sont indiqués par les courbes des planches XXI à XXV et résumés dans le tableau XIII.

Température	Femelles fécondées				Femelles vierges				<i>t</i>
	Nombre de ♀ étudiées	Survie moy. (50 %) des femelles en jours	Survie maximum en jours	Ponte moy. par ♀ ± <i>t.s_m</i>	Nombre de ♀ étudiées	Survie moy. (50 %) des femelles en jours	Survie maximum en jours	Ponte moy. par ♀ ± <i>t.s_m</i>	
10 °C	28	43	81	11,4 ± 3,6	28	43	79	8,0 ± 2,6	1,6
15 °C	55	20	48	23,6 ± 4,6	55	19	63	19,8 ± 4,4	1,2
20 °C	57	17	38	71,8 ± 10,3	50	28	64	62,4 ± 9,0	1,4
25 °C	55	13	29	80,3 ± 7,7	53	28	43	53,3 ± 7,9	4,9
30 °C	45	11	20	47,0 ± 6,1	31	16	30	29,8 ± 4,5	4,2
35 °C	30	10	15	43,3 ± 4,8	29	10	15	27,0 ± 4,6	5,0

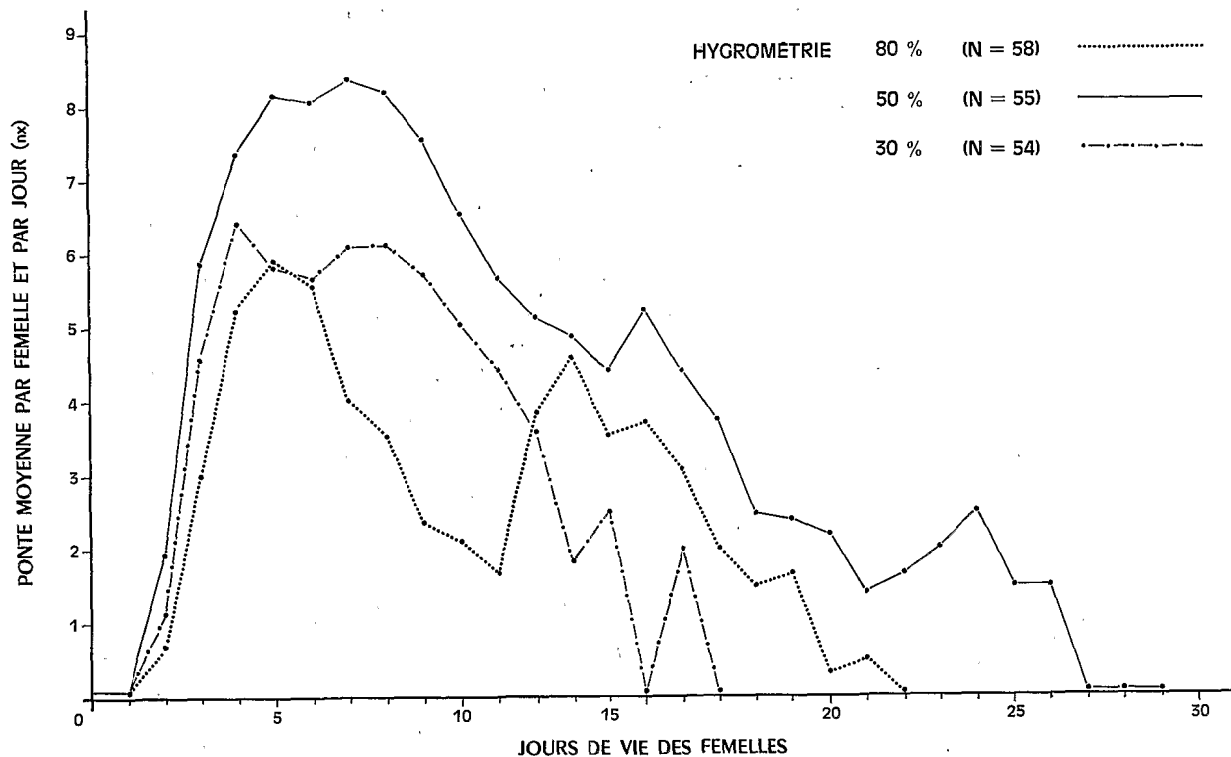
TABLEAU XII. — Survie et fécondité des femelles fécondées et des femelles vierges de *T. neocaledonicus*, élevées à différentes températures liées à une hygrométrie constante de 50 % (intervalle de confiance des moyennes à 5 %). Dans la dernière colonne, les valeurs de *t* permettent de tester les différences entre les moyennes des pontes des femelles fécondées et celles des pontes des femelles vierges élevées à la même température.

Hygrométrie	Femelles fécondées				Femelles vierges				<i>t</i>
	Nombre de ♀ étudiées	Survie moy. (50 %) des femelles en jours	Survie maximum en jours	Ponte moy. par ♀ ± <i>t.s_m</i>	Nombre de ♀ étudiées	Survie moy. (50 %) des femelles en jours	Survie maximum en jours	Ponte moy. par ♀ ± <i>t.s_m</i>	
30 %	54	12	22	52,3 ± 7,2	47	23	38	32,6 ± 4,4	4,5
50 %	55	13	29	80,3 ± 7,7	53	28	43	53,3 ± 7,9	4,9
80 %	58	8	17	26,1 ± 4,1	47	9	20	14,5 ± 2,5	4,6

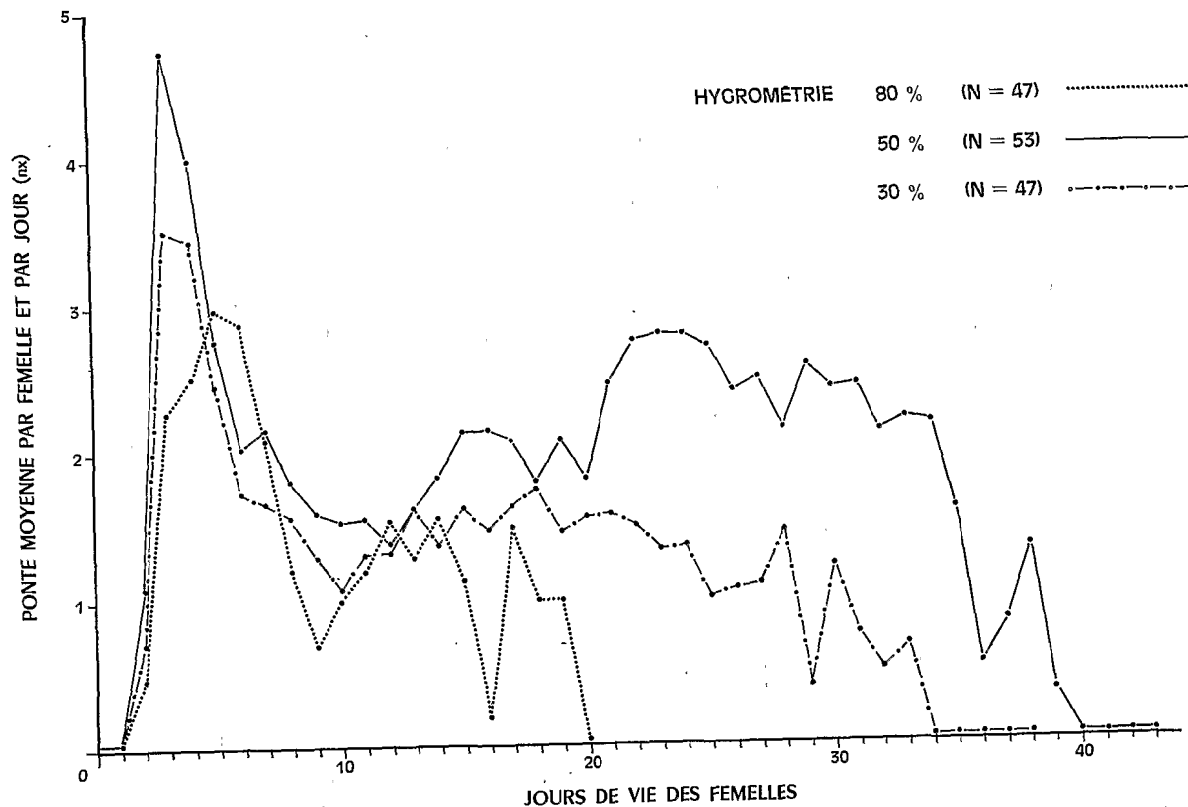
TABLEAU XIII. — Survie et fécondité des femelles fécondées et des femelles vierges de *T. neocaledonicus*, élevées à différentes hygrométries liées à une température constante de 25 °C (intervalle de confiance des moyennes à 5 %). Dans la dernière colonne, les valeurs de *t* permettent de tester les différences entre les moyennes des pontes des femelles fécondées et celles des pontes des femelles vierges élevées à la même hygrométrie.



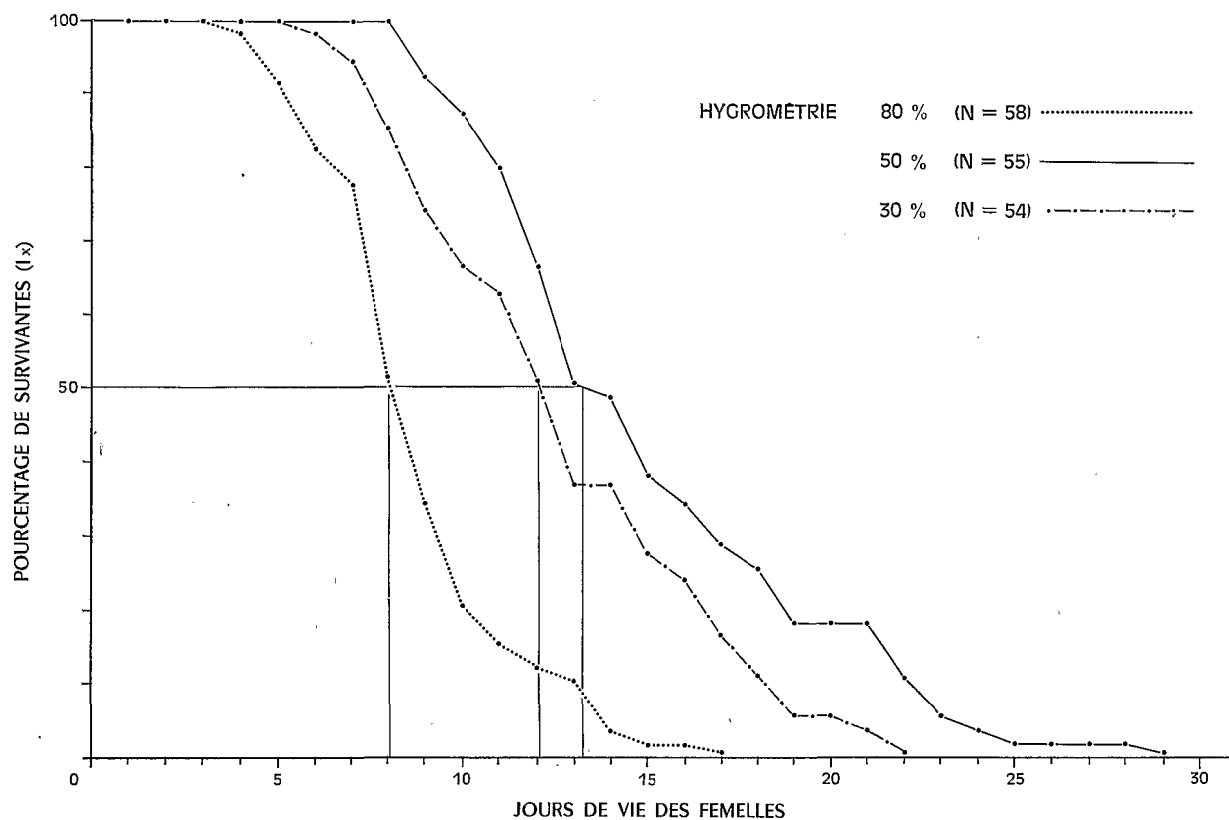
Pl. XX. — Influence de la température sur la longévité moyenne (lx) de femelles fécondées de *T. neocaledonicus*, élevées à une hygrométrie constante de 50 % (N = nombre de femelles étudiées).



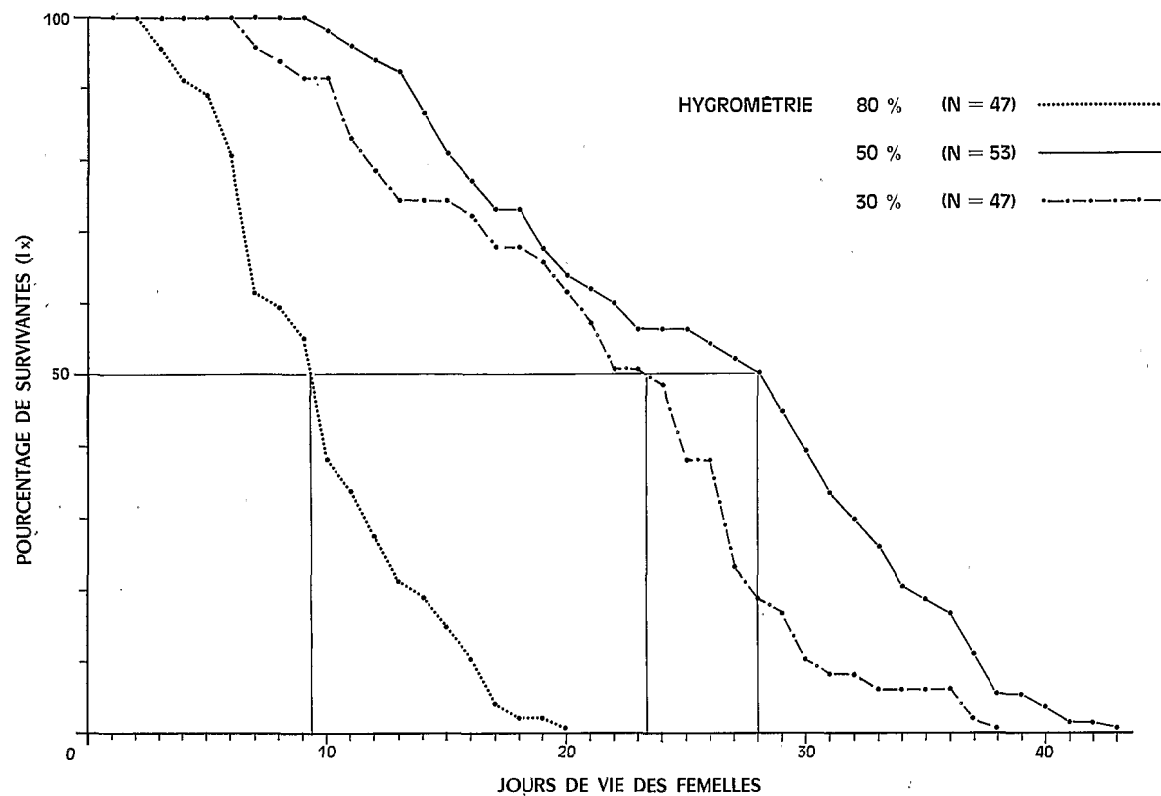
Pl. XXII. — Influence de l'hygrométrie sur la ponte moyenne quotidienne (nx) de femelles fécondées de *T. neocaledonicus*, élevées à une température constante de 25 °C (N = nombre de femelles étudiées).



Pl. XXIII. — Influence de l'hygrométrie sur la ponte moyenne quotidienne (nx) de femelles vierges de *T. neocaledonicus*, élevées à une température constante de 25 °C (N = nombre de femelles étudiées).



Pl. XXIV. — Influence de l'hygrométrie sur la longévité moyenne de femelles fécondées de *T. neocaledonicus*, élevées à une température constante de 25 °C (N = nombre de femelles étudiées).



Pl. XXV. — Influence de l'hygrométrie sur la longévité moyenne de femelles vierges de *T. neocaledonicus*, élevées à une température constante de 25 °C (N = nombre de femelles étudiées).

Que les femelles soient fécondées ou vierges, l'hygrométrie joue peu sur la forme des courbes de ponte aux trois niveaux testés.

Les femelles pondent davantage et vivent plus longtemps à une hygrométrie de 50 % qu'à 30 %; une hygrométrie de 80 % est cependant encore plus défavorable que 30 %.

A 25 °C et dans les trois cas considérés, les femelles fécondées pondent plus que les femelles vierges élevées à la même hygrométrie (signification supérieure à 1%).

Lorsque l'hygrométrie est faible (30 %) ou moyenne (50 %), la survie des femelles vierges est environ le double de celle des femelles fécondées, mais la différence entre les deux types de femelles s'estompe à 80 %.

— *Longévité des mâles.* La survie des mâles a été déterminée de la même façon que celle des femelles, mais sur une vingtaine d'individus seulement. Ces mâles ont été élevés séparément dans des cellules, en compagnie d'une femelle. Leur longévité moyenne, dans ces conditions, est sensiblement celle des femelles fécondées; elle décroît lorsque la température augmente et passe de 27 à 11 jours lorsque la température s'élève de 15 à 30 °C. A 25 °C, l'hygrométrie la plus favorable est de l'ordre de 50 % : à ce niveau, les mâles survivent en moyenne 19 jours, contre 14 jours à 30 % et 5 jours à 80 %.

3° Discussion.

Utilisant la méthode d'élevage en logettes de plexiglas, légèrement modifiée (Chap. I, 3.1.2), nous avons déjà effectué deux essais à température et hygrométrie variables.

Sous abri, soumis aux conditions extérieures, nous avons obtenu, avec une souche provenant de Tuléar, élevée à une température moyenne de 23,5 °C, et à une hygrométrie moyenne de 60 %, une ponte moyenne de 99,3 œufs par femelle (tableau I). Avec une hygrométrie de 50 %, nous avons dans le cas présent, une ponte de 71,8 œufs, pour une température constante de 20 °C et une ponte de 80,3 œufs, pour une température constante de 25 °C.

En serre, pour des femelles de la souche Ihosy, élevées à une température moyenne de 30 °C et une hygrométrie moyenne de 60 %, la ponte moyenne a été de 51,6 œufs (GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972). Dans cette expérience, avec une hygrométrie de 50 %, nous obtenons une ponte moyenne de 47,0 œufs, à une température constante de 30 °C.

Ainsi que nous l'avons déjà constaté, à propos de la durée des stades de développement, et à condition de ne pas trop s'écarter des conditions les plus favorables à l'espèce : les élevages effectués à température et à hygrométrie variables, aboutissent à des résultats voisins de ceux que l'on obtient à une température constante, correspondant à la moyenne de la température variable testée.

L'évolution de la fécondité en fonction de la température, à une hygrométrie donnée, permet de retrouver, pour *T. neocaledonicus*, un fait déjà connu pour d'autres espèces (HUFFAKER, VAN DE VRIE et McMURTRY, 1969) : l'accroissement de la température entraîne une augmentation du nombre d'œufs déposés jusqu'à un maximum au delà duquel survient une rapide diminution.

Il est intéressant de constater que ce tétranyque continue à se nourrir et à pondre à 10 °C, alors qu'à cette température, bon nombre de *Tetranychidae*

de la zone tempérée cessent toute activité. Les femelles de *Tetranychus viennensis* Zacher et les œufs de *Bryobia praetiosa* (Koch), entrent en diapause l'hiver. Cependant les femelles d'été de *T. viennensis* et celles de *B. praetiosa*, placées en ambiance fraîche ne se déplacent qu'à partir de températures constantes respectivement égales à 14,8 °C et 10,8 °C (MORI, 1961).

L'évolution de la fécondité en fonction de l'hygrométrie, à une température donnée, paraît plus originale. BOUDREAUX (1958), après avoir étudié un certain nombre d'espèces du genre *Tetranychus*, avait émis une hypothèse, selon laquelle les tétranyques pondent et se nourrissent davantage en atmosphère sèche, car ils éliminent passivement davantage d'eau. Les travaux de McENROE (1961a et b, 1963), repris par BOUDREAUX (1963) puis par HUFFAKER, VAN DE VRIE et McMURTRY (1969), ont montré que la cuticule des *Tetranychidae* est relativement imperméable et que ces acariens peuvent s'adapter aux différents niveaux d'hygrométrie. L'ouverture du système trachéen, est sous la dépendance des mouvements du stylophore ; les pertes en eau, peuvent être limitées par excrétion de guanine insoluble et, inversement, lorsque l'humidité est trop élevée, l'eau passe rapidement à travers l'appareil digestif pour être éliminée, sous forme de gouttelettes.

La souche de *T. neocaledonicus* que nous avons étudiée, serait bien adaptée à une hygrométrie de 50 %, alors que *T. urticae* pondrait davantage en atmosphère plus sèche (BOUDREAUX, 1958 ; NICKEL, 1960), *T. desertorum* au contraire, serait mieux adapté à une atmosphère humide (NICKEL, 1960). L'espèce la plus proche de *T. neocaledonicus*, à ce point de vue, serait *Panonychus citri* (McGregor), qui d'après KEETCH (1971), pond davantage à un degré hygrométrique de 60 %, qu'à 30 ou 90 %.

La technique d'élevage exerce plus d'influence sur la fécondité et la longévité des femelles que sur la durée des stades de développement, car les stades larvaires actifs se déplacent peu et ont une vie relativement courte. Aussi avons-nous comparé la fécondité de *T. neocaledonicus* à celle d'autres espèces, élevées dans des conditions analogues.

Pour *T. desertorum*, NICKEL (1960) a obtenu, à une hygrométrie de 30 %, des pontes de $118 \pm 7,8$ œufs à 25 °C et de $110,1 \pm 8,9$ œufs à 30 °C ; à une hygrométrie de 80 %, les pontes se sont élevées à $114,3 \pm 7,4$ œufs, à 25 °C et à $132,3 \pm 9,2$ œufs, à 30 °C.

Pour *T. urticae*, à 30 °C, le même auteur a obtenu une ponte moyenne de 70,8 œufs, à une hygrométrie de 30 % et de 47,1 œufs à 80 %.

T. desertorum aurait donc un potentiel net de reproduction supérieur à celui de *T. neocaledonicus*. Le potentiel de *T. urticae* serait comparable à celui de la souche Ihosy.

VAN DE VRIE, McMURTRY et HUFFAKER (1972), se basant sur une étude bibliographique très complète, ont réuni dans un même tableau, les pontes d'un grand nombre d'espèces de *Tetranychidae*, élevées sur différentes plantes. Les auteurs ne précisent, malheureusement, ni les techniques, ni les conditions d'élevages, mais il apparaît que les représentants du genre *Tetranychus* pondent beaucoup plus que ceux des genres *Bryobia*, *Oligonychus* ou *Panonychus*. Avec *T. neocaledonicus*, élevé en logettes de plexiglas, nous avons obtenu au maximum, une ponte moyenne de 80,3 œufs, à 25 °C avec une hygrométrie de 50 %. A 20 °C et à la même hygrométrie, une femelle a pondu 185 œufs.

En utilisant la technique d'élevage sur feuille isolée, nous avons obtenu une ponte moyenne de 153 œufs, à une température moyenne de 23,5 °C et une hygrométrie moyenne de 60 %. Nous avons remarqué que, dans ces conditions, une femelle avait déposé 246 œufs. Compte tenu de ces observations, on peut considérer que les femelles de *T. neocaledonicus*, ont une fécondité du même ordre que celles des autres espèces du genre *Tetranychus* les plus redoutées pour leurs dégâts.

1.3. Sex ratio.

La proportion des sexes dans la descendance, est un élément essentiel pour la détermination du taux d'accroissement des populations.

Nous avons étudié l'évolution du pourcentage de femelles dans la descendance, en analysant les pontes quotidiennes de 48 femelles élevées séparément en logettes de plexiglas, à une température constante de 25 °C, liée à une hygrométrie constante de 50 %. Les femelles et les mâles qui les accompagnent, sont déplacés chaque jour dans une nouvelle logette. Les œufs sont conservés et les larves obtenues sont élevées jusqu'au stade adulte.

Le graphique de la figure 11, donne le pourcentage de femelles dans la descendance en fonction de l'âge de la mère. La courbe a le même aspect que celle qu'obtient NICKEL, pour *T. desertorum* : le pourcentage de femelles subit, au début, une rapide augmentation, jusqu'au 5^e jour, se stabilise à un plateau situé au niveau 78 %, jusqu'au 14^e jour et, enfin, décroît progressivement. Le plateau est atteint rapidement, alors que pour *T. desertorum*, la progression se poursuit jusqu'au 10^e jour.

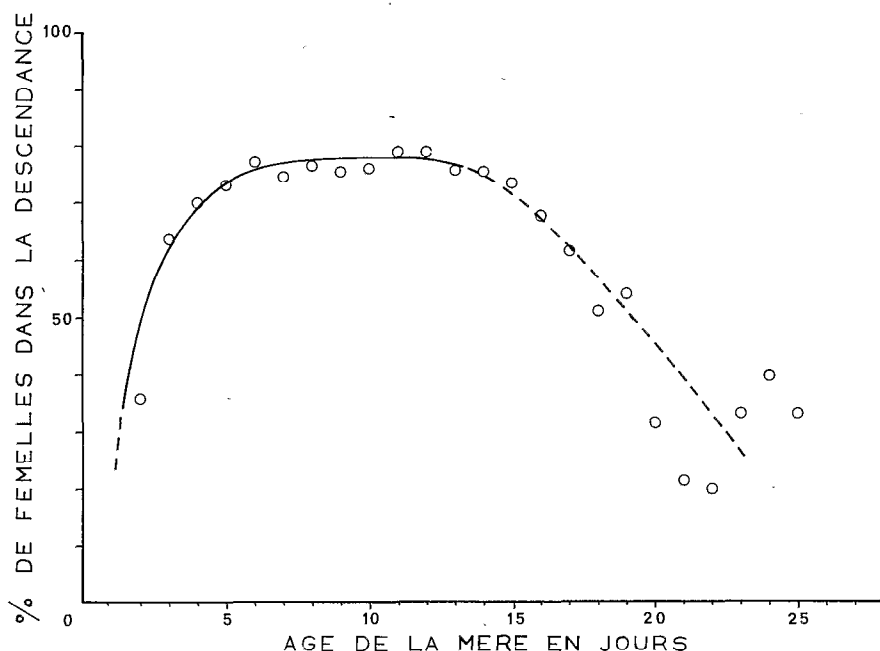


FIG. 11. — Effet de l'âge de la mère sur le pourcentage de femelles dans la descendance. Le trait plein correspond à la période pendant laquelle 50 % des femelles pondueuses sont en vie.

Les 3 562 œufs pondus au total, ont donné 968 mâles et 2 506 femelles, tandis que 88 œufs et premières larves, mouraient. La proportion de femelles dans la descendance, parvenant au stade adulte, est donc de 72,1 %. Nous n'avons pas remarqué de relation entre le taux de mortalité embryonnaire et l'âge de la mère.

Pour simplifier l'expérimentation et le calcul, lors de la détermination des taux intrinsèques d'accroissement de la population, nous avons supposé que la proportion des femelles dans la descendance, était de 75 % pendant toute la durée de la période de ponte.

1.4. Influence de la température et de l'hygrométrie sur l'accroissement des populations.

1.4.1. DÉTERMINATION PRATIQUE DE r_m .

A partir des données précédentes, nous avons calculé le taux intrinsèque d'accroissement de la population (r_m), pour plusieurs combinaisons de température et d'hygrométrie.

Les informations manquantes ont été obtenues en réalisant des séries d'essais employant les mêmes techniques, mais portant sur une trentaine d'individus seulement. Nous avons dressé les tables de vie correspondant à chacune des combinaisons de température et d'hygrométrie étudiées.

A titre d'exemple, nous donnons (tableau XIV), la table de vie correspondant à un élevage exécuté à la température constante de 25 °C, avec une hygrométrie constante de 50 %. La mortalité des stades de développement étant de 5 %, le pourcentage de femelles survivantes au 10^e jour (l_x) est de 95 %. Le nombre d'œufs destinés à donner des femelles, pondus quotidiennement par chaque individu (m_x), est obtenu, comme nous l'avons indiqué au paragraphe précédent (1.3), en considérant que la proportion des femelles dans la descendance est de 75 % ($m_x = 0,75 \cdot n_x$). La valeur de m_x est nulle du 1^{er} au 10^e jour puisque les femelles mettent 9,2 jours pour se développer et ne pondent pas le jour de leur sortie.

NICKEL avait seulement voulu comparer quelques valeurs de r_m , si bien qu'il n'avait pas tenu compte de la proportion des sexes dans la descendance. Pour simplifier les déterminations, il avait supposé que tous les œufs donnaient des femelles, autrement dit que $m_x = n_x$.

Pratiquement, aucun auteur n'a tenu compte de la mortalité des stades de développement. Nous avons agi de même lors de l'étude concernant la succession des générations dans la nature (Chap. II), car la mortalité des œufs et des larves, était chaque fois très faible.

La table de vie fournit directement le potentiel net de reproduction (R_0). Les valeurs de r_m sont déterminées à partir des tables de vie par interpolation linéaire. Connaissant R_0 et r_m , nous avons obtenu la longueur moyenne de la génération correspondante (T), par l'expression :

$$T = \frac{\log_e R_0}{r_m}.$$

Age des ♀ en jours	% de ♀ survi- vantes	Nbre d'œufs ♀ par ♀ et par jour	Valeurs provisoires de r_m		
			$r_m = 0,25$		$r_m = 0,26$
x	l_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x}$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x}$
0-10	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,95	1,45	1,38	13,10	11,73
12	0,95	4,43	4,21	31,11	27,58
13	0,95	5,54	5,26	30,25	26,56
14	0,95	6,12	5,81	26,03	22,66
15	0,95	6,05	5,75	20,07	17,25
16	0,95	6,29	5,98	16,27	13,87
17	0,95	6,17	5,86	12,42	10,49
18	0,88	5,69	5,01	8,27	6,91
19	0,83	4,91	4,07	5,21	4,31
20	0,76	4,26	3,24	3,24	2,66
21	0,64	3,85	2,46	1,92	1,55
22	0,48	3,67	1,77	1,08	0,87
23	0,47	3,33	1,55	0,73	0,59
24	0,36	3,93	1,43	0,53	0,41
25	0,33	3,32	1,09	0,32	0,24
26	0,28	2,81	0,78	0,17	0,13
27	0,24	1,88	0,45	0,08	0,06
28	0,17	1,80	0,31	0,04	0,03
29	0,17	1,65	0,28	0,03	0,02
30	0,17	1,05	0,18	0,01	0,01
31	0,10	1,25	0,13	0,01	0,01
32	0,05	1,50	0,08	0,00	0,00
33	0,03	1,88	0,06	0,00	0,00
34	0,02	2,25	0,04	0,00	0,00
35	0,02	2,25	0,04	0,00	0,00
36	0,02	0,00	0,00		
37	0,02	0,00	0,00		
38	0,00				
$\Sigma l_x \cdot m_x = R_0 = 57,22$			$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x} = 170,89$	$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot x} = 147,94$	

TABLEAU XIV. — Table de vie correspondant à un élevage effectué à une température constante de 25 °C liée à une hygrométrie constante de 50 %. Calcul de la valeur approchée de r_m (nombre de femelles étudiées $N = 55$).

1.4.2. RÉSULTATS.

Le tableau XV présente les différentes valeurs des trois caractéristiques de la dynamique des populations, calculées pour chaque combinaison étudiée. A partir de ces données, nous avons comparé l'évolution de R_0 , T et r_m , en fonction de la température et de l'hygrométrie, puis à l'aide d'un système de coordonnées à 3 dimensions, nous avons représenté les variations de r_m en fonction de toutes les combinaisons possibles.

Température	Hygrométrie %	R_0	T	r_m
10 °C	50	0,0	—	0,000
15 °C	50	7,1	48,8	0,040
20 °C	30	34,4	24,6	0,144
	50	49,0	22,8	0,171
	80	16,8	23,7	0,119
25 °C	15	3,3	18,4	0,065
	30	35,3	16,4	0,218
	50	57,2	15,6	0,260
	80	10,4	16,2	0,144
	95	0,1	—	0,000
30 °C	30	27,4	14,5	0,229
	50	27,5	13,6	0,243
	80	4,6	12,6	0,121
35 °C	50	0,0	—	0,000

TABLEAU XV. — Caractéristiques de la dynamique des populations de *T. neocaledonicus*, correspondant à des élevages soumis à différentes combinaisons de température et d'hygrométrie : R_0 = potentiel net de reproduction, T = durée exacte d'une génération, r_m = taux intrinsèque d'accroissement de la population.

1° *Comparaison de l'évolution des trois caractéristiques de la dynamique des populations : R_0 , T et r_m , en fonction de la température et de l'hygrométrie (Fig. 12).*

Nous avons représenté l'évolution des trois paramètres, en fonction de la température, en reliant par une courbe les points correspondant aux hygrométries : 30, 50 et 80 %.

— Pour R_0 (Fig. 12, A), nous obtenons 3 courbes en cloche, celle qui correspond à l'hygrométrie 50 %, est la plus convexe, tandis que celle qui correspond à 80 %, est la plus aplatie.

A 50 %, la courbe part du point 11,5 °C, au-dessous duquel la vitesse de développement s'annule ; elle atteint son maximum vers 23,5 °C puis décroît progressivement. R_0 s'annule un peu avant la température de 35 °C, à laquelle aucune larve ne parvient à se développer.

A 80 % et à 30 %, le tracé est moins précis puisque nous disposons de moins de points. A 30 %, la courbe atteint son maximum aux environs de 25 °C, alors qu'à 80 %, le maximum est atteint vers 21 °C.

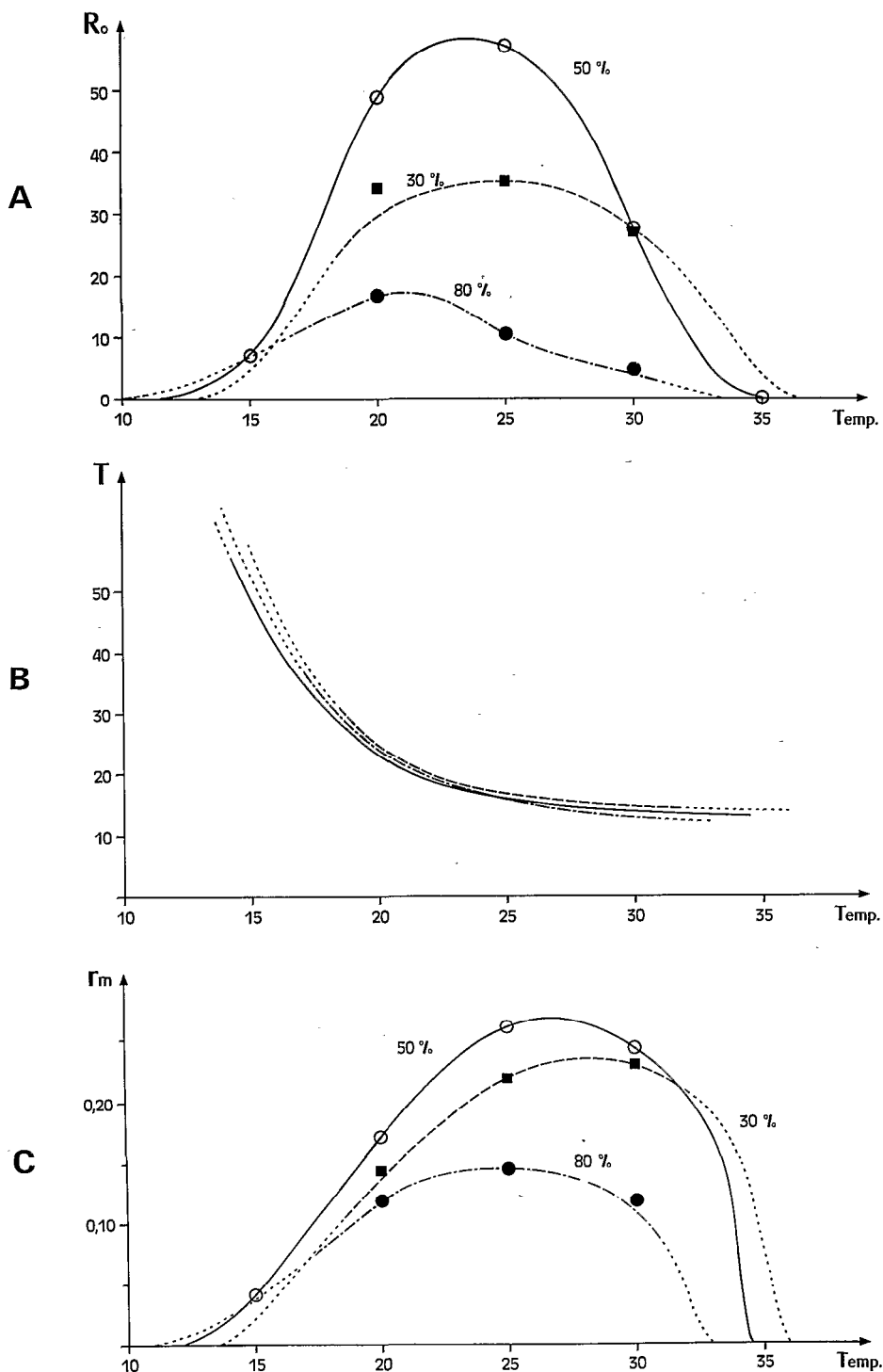


FIG. 12. — Comparaison de l'évolution de 3 caractéristiques de la dynamique des populations de *T. neocaledonicus*, en fonction de différentes combinaisons de température et d'hygrométrie : A, R_0 = potentiel net de reproduction ; B, T = durée exacte de la génération ; C, r_m = taux intrinsèque d'accroissement de la population.

— Pour T (Fig. 12, B), le tracé des courbes est relativement simple.

Les 3 courbes sont presque confondues et ont l'aspect de 3 hyperboles équilatères. La durée d'une génération est inversement proportionnelle à la température. Pour une hygrométrie de 50 %, nous trouvons un coefficient de corrélation significatif, entre les inverses des 4 valeurs de T et les 4 températures correspondantes ($r = 0,967$, alors que la table donne 0,950, au seuil de 5 %, pour 2 degrés de liberté).

— Pour r_m (Fig. 12, C), le tracé des courbes a été déterminé à partir des valeurs calculées de r_m , mais aussi en tenant compte des 2 séries de courbes précédentes. Les courbes ont une forme générale différente de celles qui ont été obtenues pour R_0 . La valeur de r_m augmente progressivement lorsque la température s'élève, puis décroît assez brusquement. Le phénomène est encore plus net lorsque l'hygrométrie est faible.

Les températures extrêmes annulant r_m , à chaque niveau d'hygrométrie, sont plus rapprochées, entre elles, que les températures extrêmes annulant R_0 , puisque $r_m = 0$ lorsque $R_0 = 1$.

Pour 50 %, la population ne s'accroît qu'au-delà de 12 °C; la valeur de r_m augmente progressivement jusqu'à la température de 26,5 °C environ, diminue jusqu'à 30 °C puis chute brusquement.

Pour 30 %, la courbe a sensiblement le même aspect que pour 50 %, mais la population n'augmente qu'à partir d'une température de l'ordre de 13 °C et r_m ne s'annule qu'au-delà de 35 °C.

Pour 80 %, la courbe a un aspect plus aplati; la population s'accroît à partir d'une température relativement basse et la valeur de r_m s'annule bien avant 35 °C. Le maximum est atteint aux environs de 25 °C.

De l'examen simultané des 3 séries de graphiques, il apparaît que pour une hygrométrie donnée, la valeur de R_0 la plus élevée, ne correspond pas à la valeur maximale de r_m . Etant donné la relation

$$r_m = \frac{\log_e R_0}{T}$$

lorsque la température augmente, r_m est directement liée à la diminution de T , alors qu'elle n'est proportionnelle qu'au logarithme de R_0 .

Lorsque R_0 atteint sa valeur la plus élevée, à 23,5 °C, pour une hygrométrie de 50 %, r_m n'atteint son maximum qu'à 26,5 °C. Les différences sont du même ordre de grandeur pour les hygrométries de 30 et de 80 %.

2° Essai de représentation dans l'espace, de l'évolution de r_m , en fonction de différentes combinaisons de température et d'hygrométrie (Fig. 13).

Nous avons situé dans l'espace, les 3 courbes correspondant aux hygrométries 30, 50 et 80 % (Fig. 12, C) et nous avons utilisé les valeurs de r_m , obtenues pour les hygrométries 15 et 95 % (tableau XV), afin de retrouver l'intersection du volume obtenu avec le plan de base.

Nous voyons, d'une façon très nette, que l'accroissement de la température entraîne une augmentation régulière de r_m , puis une chute très rapide, dès que le maximum est atteint. Une diminution de l'hygrométrie, produit une augmentation progressive de r_m , puis une brusque réduction, lorsque l'hygrométrie ambiante est de l'ordre de 20 %.

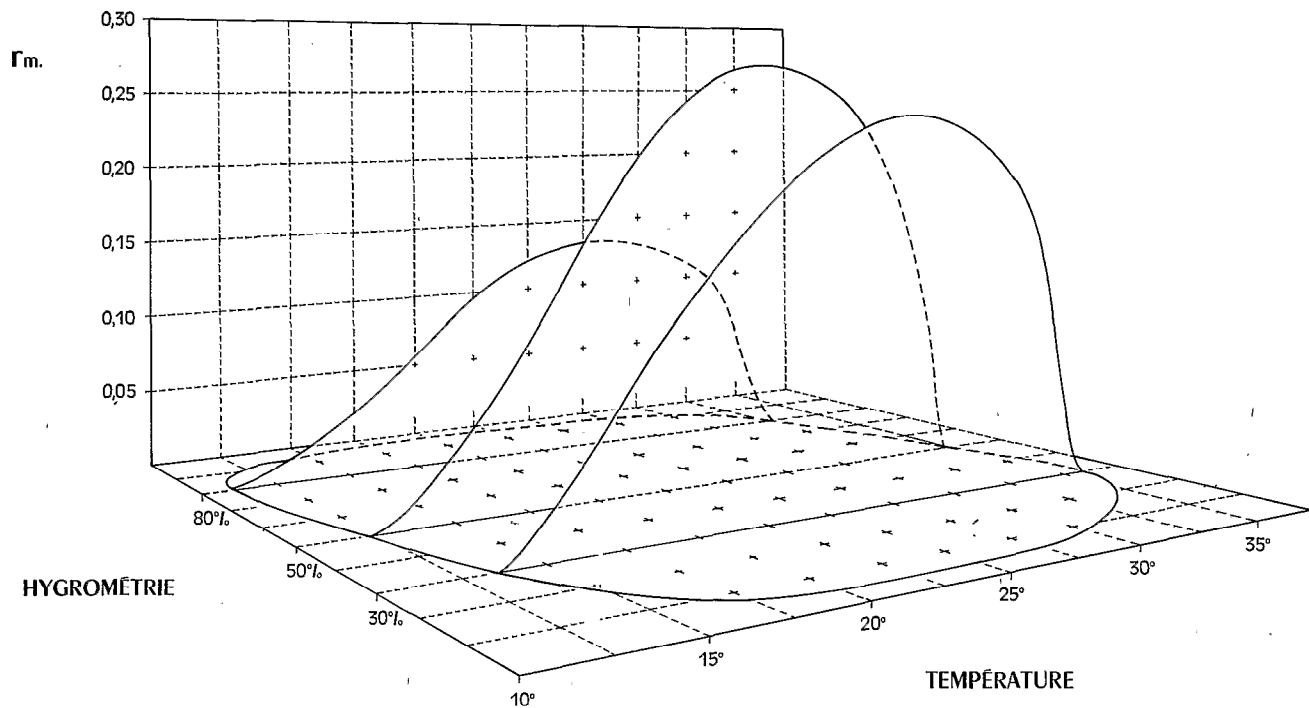


FIG. 13. — Représentation dans l'espace, de l'évolution de r_m , taux intrinsèque d'accroissement de la population, en fonction de différentes combinaisons de température et d'hygrométrie.

Lorsque l'ambiance devient trop sèche, ou lorsque la température dépasse 30 °C, la chute de r_m est due à une très forte mortalité des œufs, plutôt qu'à une diminution de la ponte.

Lorsque la combinaison de la température et de l'hygrométrie est la plus favorable à l'espèce (26,5 °C et hygrométrie voisine de 50 %), tous les éléments concourent à donner à r_m sa valeur maximale, sans discordance : la survie des stades de développement est la plus élevée, tandis que leur durée est brève, les pontes sont à un très haut niveau et elles sont plus importantes dans les premiers jours de la vie des femelles.

Il ne faut pas oublier que les valeurs de r_m calculées au cours de cette étude, n'ont qu'une valeur relative et dépendent étroitement de la technique d'élevage employée. Nous avons vu (Chap. I), que les élevages sur feuilles isolées non détachées, assuraient une production d'œufs supérieure de 50 % à celle que l'on obtient en utilisant des logettes de plexiglas. Cette technique, qui exige un volume important, n'a pu être mise en œuvre au cours de ces expériences. En l'employant, nous aurions obtenu, aux combinaisons de température et d'hygrométrie les plus favorables, des valeurs de r_m dépassant 0,300, comme lors des essais entrepris sur le terrain en 1971-1972.

Cette critique peut également être adressée aux déterminations de LAING (1969) ou de WATSON (1964). Inversement, NICKEL (1960) a calculé quelques valeurs de r_m pour *T. desertorum* et *T. urticae*, en admettant une proportion de femelles de 100 % dans la descendance, si bien qu'il obtient des taux d'accroissement de l'ordre de 0,400, tout aussi éloignés des taux réels.

2. LONGÉVITÉ ET FÉCONDITÉ COMPARÉES DE PLUSIEURS SOUCHES DE *T. NEOCALEDONICUS*

Les souches de *T. neocaledonicus* de différentes provenances, que nous avons pu examiner, se caractérisent par une parfaite identité morphologique. Toutes les préparations microscopiques qui ont été réalisées à partir de nos récoltes à Madagascar, à La Réunion, à l'île Maurice, aux Comores et aux Seychelles, mais aussi à partir de prélèvements effectués en Nouvelle-Calédonie (réc. COCHEREAU), au Dahomey (réc. DELATTRE), en Louisiane (réc. BOUDREAUX), répondent sans ambiguïté aux critères servant à définir l'espèce.

On a remarqué, dans le complexe *T. urticae*, des différences entre souches, concernant la physiologie de la reproduction (LEHR et SMITH, 1957) ainsi qu'un grand nombre d'incompatibilités génétiques (BOUDREAUX, 1963; HELLE et PIETERSE, 1965); la coloration des acarions, liée à la composition de l'hémolymphe permet souvent la distinction d'écotypes et même de certaines espèces (DAVIS, 1952; KEH, 1952; BOUDREAUX, 1956; GHOBRIAL *et al.*, 1969).

Dans les élevages de *T. neocaledonicus* qui ont été entrepris, les femelles de toutes les souches ont la même couleur : corps rouge vermillon avec les pattes plus claires. Une teinte plus sombre, formant 2 taches brun-rougeâtre, apparaît au bout d'un certain temps, sur les côtés de l'hysterosoma, lorsque la température fraîchit, mais de la même façon dans toutes les colonies. Les pattes des femelles de la souche « Louisiane » sont légèrement plus claires que celles des

souches malgaches ; cette particularité n'est cependant pas suffisamment nette pour permettre une distinction tranchée en cas de mélange des populations.

Nous avons comparé certains aspects de la physiologie de plusieurs souches, en étudiant leur longévité et leur rythme de ponte, afin de déterminer si malgré leur homogénéité apparente, il n'était pas possible de découvrir, entre elles, des caractères distinctifs.

2.1. Matériel et méthode.

Les souches utilisées proviennent, d'une part, de plusieurs localités de Madagascar (Fig. 14) :

- Tuléar, alt. 10 m, sur *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) ;
 - Ihosy, al. 750 m, sur *Gossypium hirsutum* L. ;
 - Tananarive, alt. 1 250 m, sur *Ipomoea* sp. (Convolvulaceae) ;
 - Tananarive, alt. 1 250 m, sur *Sechium edule* (Jacq.) SW. (Cucurbitaceae),
- d'autre part, de Baton Rouge (Louisiane). La souche « Louisiane » a été élevée pendant plusieurs années sur *Phaseolus* sp. à Baton-Rouge par BOUDREAUX,

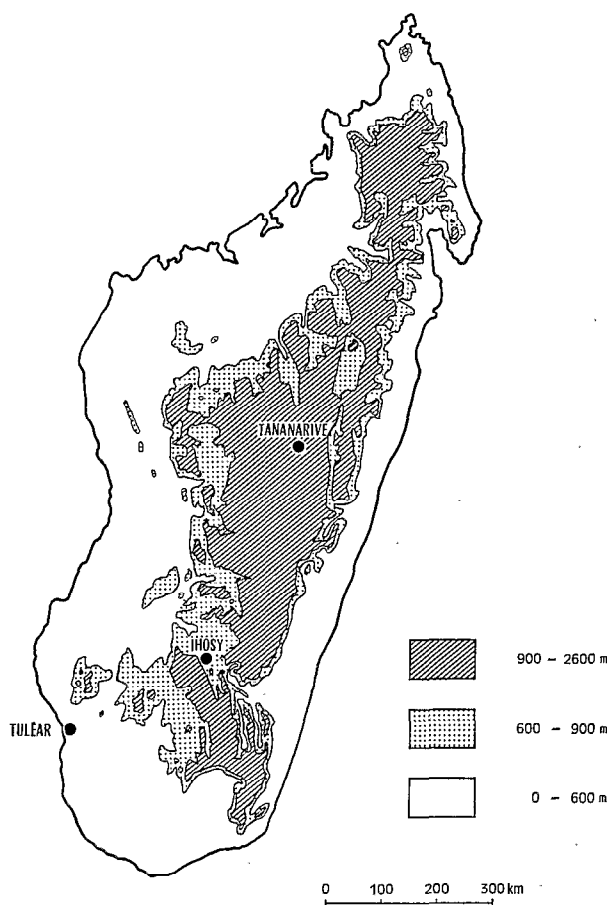


FIG. 14. — Lieux de prélèvement des souches de tétranyques malgaches.

mais elle aurait été récoltée à l'origine en Floride sur *Musa* sp. (SMITH et BOUDREAUX, 1972).

Les 5 souches acceptant facilement le cotonnier comme plante hôte, nous avons employé le même matériel végétal et la même technique d'élevage que dans les essais décrits au paragraphe précédent.

Les élevages ont été maintenus à une température constante de 25 °C, liée à une humidité relative constante de 50 %, ces valeurs étant très proches de la combinaison température-hygrométrie la plus favorable à la souche Ihosy.

Pour chaque souche, nous sommes partis de 72 à 120 femelles prises dans les élevages au stade R_3 et partagées en deux lots égaux destinés, l'un à l'étude des femelles accouplées, l'autre à celui des femelles vierges.

2.2. Résultats.

Les résultats sont présentés sous forme d'un tableau (XVI) et de 2 graphiques (Fig. 15 et 16), sur lesquels nous n'avons reporté, pour plus de clarté, que l'évolution des pontes des 4 souches malgaches. Le tableau donne, pour chaque souche, la survie moyenne des femelles (nombre de jours de survie de 50 % des femelles) et la fécondité moyenne par femelle.

Le tableau et les courbes mettent en évidence ou confirment un certain nombre de faits :

2.2.1. Pour toutes les souches étudiées, les femelles accouplées pondent davantage et vivent moins longtemps que les femelles vierges.

2.2.2. Les souches Ihosy et Tuléar, qui ont été prélevées sur cotonnier, semblent, dans les conditions de notre élevage, avoir un taux net de reproduction plus élevé que celui des autres souches. Les conditions de l'essai ayant été choisies à partir de la combinaison la plus favorable à la souche Ihosy, ce résultat n'est pas surprenant.

2.2.3. D'après la figure 15, l'activité de ponte des femelles vierges permet de différencier nettement les souches, dans la période où 50 % des individus sont encore en vie (entre le 1^{er} et le 14^e jour). Ainsi, les femelles originaires de Tuléar pondent, au début de leur vie, près de 2 fois plus que celles des souches Ihosy et Tananarive *Sechium*, elles-mêmes plus fécondes que les femelles de la souche Tananarive *Ipomoea* :

2.2.4. En ce qui concerne la longévité, on peut effectuer une comparaison entre les souches, en prenant comme base la durée de vie moyenne des femelles. Ce nombre varie relativement peu d'une souche à l'autre pour les femelles accouplées (11 à 14 jours) ; par contre, pour les femelles vierges, les écarts sont plus considérables (28 jours pour Ihosy, Louisiane et Tananarive *Ipomoea*, 18 jours pour Tuléar, 14 jours pour Tananarive *Sechium*).

Pour comparer d'une façon plus précise les pontes totales, nous avons analysé les sources de variation pouvant être à l'origine des différences observées (tableau XVII). Deux grands facteurs sont à distinguer : « plante hôte » et « accouplement ».

Le facteur « plante hôte » joue de deux façons, selon que le prélèvement est effectué sur cotonnier dans la nature ou sur une autre plante. Enfin, une subdi-

Souches	Femelles fécondées				Femelles vierges			
	Nombre de femelles étudiées	Survie moy. (50 %) des femelles en jours	Survie maximum en jours	Ponte moy. par femelle	Nombre de femelles étudiées	Survie moy. (50 %) des femelles en jours	Survie maximum en jours	Ponte moy. par femelle
Ihosy	55	13	29	80,3	53	28	43	53,3
Tuléar	36	12	19	60,0	35	18	33	53,1
Ta. Ipom.	52	14	23	62,9	55	28	41	32,3
Ta. Sech.	36	11	19	44,7	38	14	24	25,6
Louisiane	49	13	26	59,3	55	28	45	42,8

TABLEAU XVI. — Survie et fécondité des femelles fécondées et des femelles vierges de 5 souches de *T. neocaledonicus*.

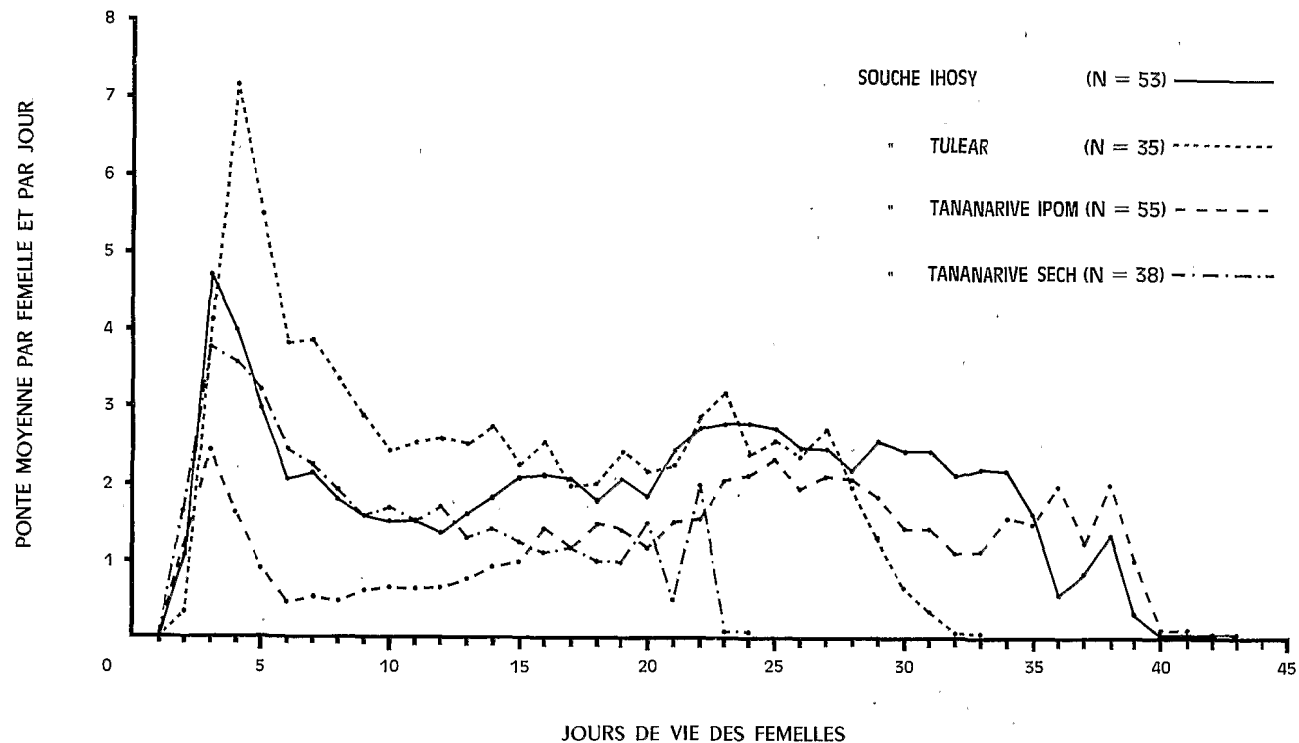


FIG. 15. — Evolution de la ponte moyenne quotidienne de 4 souches de femelles vierges de *T. neocaledonicus*, étudiées à une température constante de 25 °C, liée à une hygrométrie constante de 50 %.

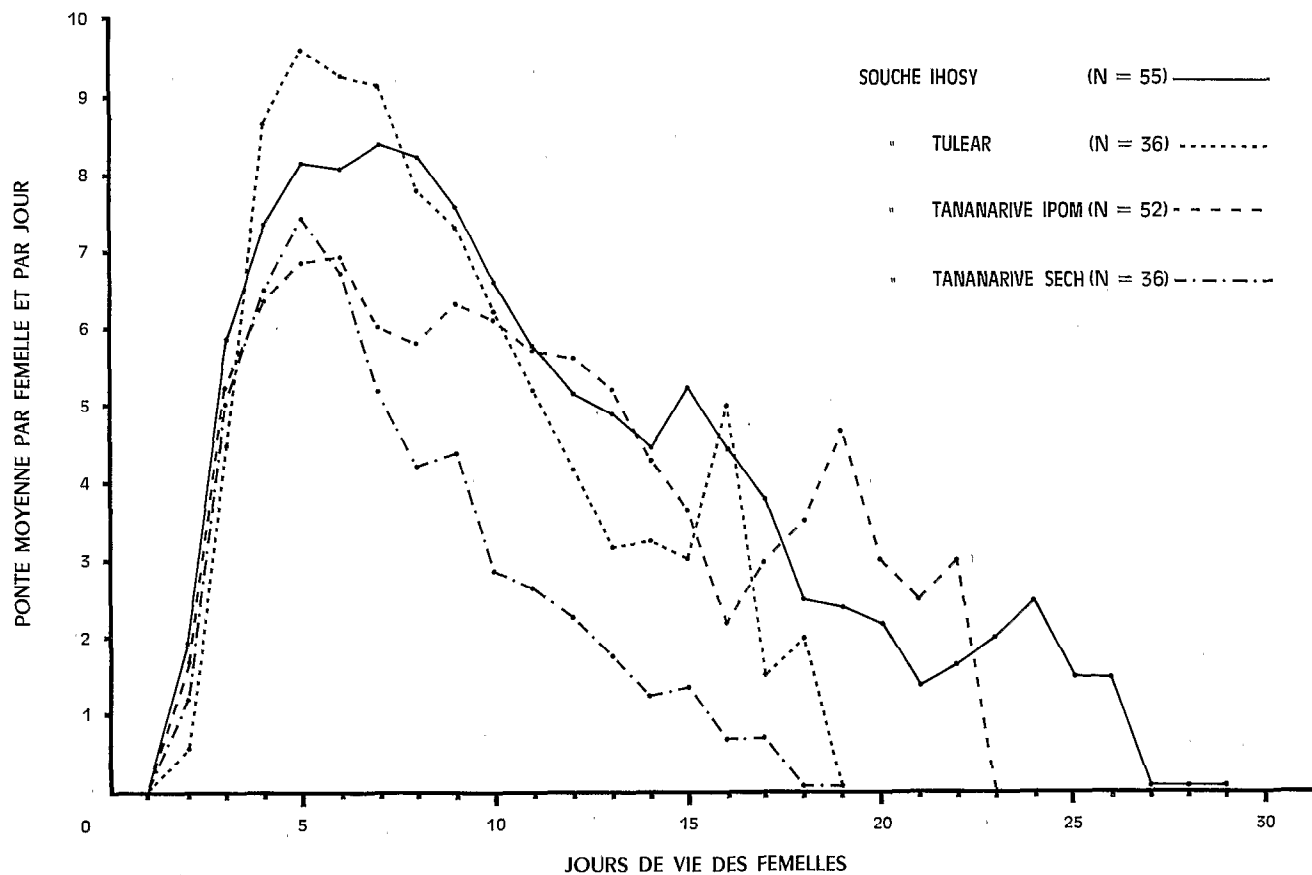


FIG. 16. — Evolution de la ponte moyenne quotidienne de 4 souches de femelles fécondées de *T. neocaledonicus*, étudiées à une température constante de 25 °C, liée à une hygrométrie constante de 50 %.

Plante hôte	Souches	Accouplement				Total	
		Femelles fécondées		Femelles vierges			
		Nombre de femelles	Nombre d'œufs	Nombre de femelles	Nombre d'œufs	Nombre de femelles	Nombre d'œufs
Coton	Ihosi	55	4 417	53	2 826	108	7 243
	Tulear	36	2 449	35	1 859	71	4 308
	Total	91	6 866	88	4 685	179	11 551
Non coton	Louisiane	49	2 907	55	2 356	104	5 263
	Tana. ipom.	52	3 269	55	1 775	107	5 044
	Tana. sech.	36	1 608	38	971	74	2 579
	Total	137	7 784	148	5 102	285	12 886
Total général		228	14 650	236	9 787	464	24 437

TABLEAU XVII. — Fécondité comparée de 5 souches de *T. neocaledonicus*.

vision « souches » distingue d'un côté « Ihosy » de « Tuléar » et d'autre part les 3 autres souches entre elles. Ces distinctions nous ont permis d'effectuer une analyse de variance des pontes des 5 souches considérées (tableau XVIII).

Sources de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Signification
Accouplement	60 199	1	60 199	124,12	supérieure à 0,001
Origine {	Plante hôte	1	41 025	84,58	supérieure à 0,001
	Souches	3	4 371	9,01	supérieure à 0,001
Interaction : accouplement-souches	2 222	4	741	1,52	non significatif
Erreur	220 306	454	485		
Total	336 866	463			

TABLEAU XVIII. — Analyse de variance des pontes de 5 souches de *T. neocaledonicus*

Le tableau XVIII confirme la haute signification de l'influence de l'accouplement sur la production d'œufs. Il sépare d'une façon aussi significative les tétranyques prélevés sur cotonnier de ceux qui ne le sont pas (« plante hôte »). La 3^e ligne (« souches »), prouve qu'il y a aussi des différences entre les souches Tuléar et Ihosy ou entre les 3 autres souches. Un test de *F* complémentaire entre les pontes des femelles fécondées d'Ihosy et de Tuléar, donne une différence significative au seuil de 5 % ($F = 4,77$, alors que la table indique $F = 3,96$ pour 5 %).

Finalement, l'aspect des graphiques et le calcul, démontrent que dans les conditions de notre élevage, et suivant leur appartenance à l'une ou l'autre des 5 souches, les femelles testées ont une longévité propre et présentent des différences très nettes entre leur taux de reproduction (la ponte moyenne des femelles fécondées, en supposant que tous les œufs donnent des femelles).

3. RÉACTIONS COMPARÉES DES POPULATIONS DE *T. NEOCALEDONICUS* ET DE *T. URTICAE* A LA TEMPÉRATURE ET A L'HYGROMÉTRIE

3.1. Comparaison des taux intrinsèques d'accroissement des deux espèces.

3.1.1. MÉTHODE.

L'étude a été faite en soumettant une souche de *T. urticae* aux techniques d'élevage que nous venons d'employer et en reprenant une partie des résultats acquis pour la souche Ihosy. Nous ne pouvions nous référer aux conclusions obtenues sur *T. urticae* par d'autres auteurs car, si toutes les méthodes d'élevage sont voisines, elles diffèrent suffisamment dans le détail pour modifier éventuellement un élément. D'autre part, il paraissait intéressant d'étudier une souche malgache de *T. urticae* susceptible de présenter des particularités du point de vue de la dynamique des populations.

La souche de *T. urticae* a été récoltée à Tananarive (alt. 1 250 m), sur *Rosa* sp. La proportion d'œufs donnant des adultes et la durée totale des stades de développement ont été déterminées par l'élevage de 28 à 36 individus. La *sex ratio* a été obtenue à partir de la ponte totale de 30 femelles soit 2 441 œufs. La proportion de femelles dans la descendance est de 78,4 %, mais comme pour la souche Ihosy, nous avons supposé que 75 % des œufs donnaient des femelles pendant toute la durée de la ponte.

3.1.2. RÉSULTATS.

Le tableau XIX permet de comparer diverses caractéristiques de la dynamique des populations de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae*, correspondant à 12 combinaisons de température et d'hygrométrie.

A partir de la durée totale des stades de développement à 15 et à 20°, on peut établir qu'à une hygrométrie de 50 %, la vitesse de développement de *T. urticae* s'annule aux environs de 9,4 °C. Une autre expérience nous a montré qu'à la température de 40 °C, liée à une hygrométrie constante de 50 %, aucun œuf de la même espèce ne parvenait à éclore, si bien que la valeur de R_0 s'annule un peu au-dessous de 40 °C et celle de r_m à une température encore inférieure.

La figure 17, A indique, pour *T. urticae*, l'évolution des valeurs de r_m en fonction de la température, aux 3 niveaux d'hygrométrie étudiés : 30, 50 et 80 %. L'aspect des courbes est très différent de celui qui a été obtenu précédemment pour *T. neocaledonicus* (Fig. 12, C). On observe ici, un accroissement continu de r_m entre 10 et 30 °C, quelle que soit l'hygrométrie, alors que pour *T. neocaledonicus*, r_m décroît assez rapidement, après un maximum obtenu à une température voisine de 26 °C.

La figure 17, B donne l'évolution comparée des taux d'accroissement des populations de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae*, en fonction de la température, à une hygrométrie constante de 50 %.

A 15 °C, la valeur de r_m est 2 fois plus élevée chez *T. urticae* que chez *T. neocaledonicus*. Entre 20 et 25 °C, les taux des deux espèces sont très voisins, avec peut-être, un léger avantage en faveur de *T. neocaledonicus*. Entre 25 et 35 °C, la valeur de r_m approche de son maximum pour *T. urticae*, alors qu'elle tend à s'annuler pour *T. neocaledonicus*. Au dessus de 35 °C, le taux d'accroissement de *T. urticae* subit une réduction brutale puisque r_m s'annule avant que la température n'atteigne 40 °C.

L'humidité relative a un rôle négligeable dans la compétition entre ces deux espèces. Aux températures de 20, 25 et 30 °C, pour *T. urticae*, comme pour *T. neocaledonicus*, le degré hygrométrique le plus favorable se situe entre 30 et 50 %, tandis qu'une hygrométrie constante de l'ordre de 80 %, diminue considérablement la valeur de r_m .

3.1.3. CONSÉQUENCES SUR LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES DEUX ESPÈCES.

Nous avons vu au paragraphe 1.2 de ce chapitre, que les caractéristiques d'une population élevée à une température variable, sont assez proches de celles que l'on obtient avec une température constante correspondant à la moyenne

Température	Hygrométrie	<i>T. neocaledonicus</i>				<i>T. urticae</i>			
		% d'œufs donnant des adultes	Durée totale des stades de dév. des ♀ ± t. Sm	Ponte moyenne par ♀ ± t. Sm	r_m	% d'œufs donnant des adultes	Durée totale des stades de dév. des ♀ ± t. Sm	Ponte moyenne par ♀ ± t. Sm	r_m
10 °C	50	0	—	11,4 ± 3,6	0,000	—	—	19,6 ± 3,4	—
15 °C	50	40	35,2 ± 0,7	23,6 ± 4,6	0,040	82	28,5 ± 0,4	93,8 ± 8,5	0,092
20 °C	30	68	16,1 ± 0,2	67,5 ± 9,2	0,144	75	15,6 ± 0,2	92,4 ± 11,4	0,144
	50	91	14,7 ± 0,1	71,8 ± 10,3	0,171	92	15,1 ± 0,1	91,9 ± 10,7	0,159
	80	59	15,1 ± 0,2	38,0 ± 10,2	0,119	48	16,1 ± 0,4	50,6 ± 8,8	0,112
25 °C	30	90	10,4 ± 0,1	52,3 ± 7,2	0,218	70	10,3 ± 0,3	76,4 ± 11,9	0,220
	50	95	9,2 ± 0,1	80,3 ± 7,7	0,260	93	9,2 ± 0,1	65,5 ± 12,0	0,241
	80	53	10,8 ± 0,2	26,1 ± 4,1	0,144	39	10,4 ± 0,2	29,1 ± 6,8	0,129
30 °C	30	71	8,6 ± 0,2	51,5 ± 11,2	0,229	59	7,4 ± 0,2	68,8 ± 8,8	0,279
	50	78	7,7 ± 0,2	47,0 ± 6,1	0,243	80	7,0 ± 0,1	63,5 ± 8,1	0,301
	80	44	7,4 ± 0,3	13,9 ± 8,6	0,121	32	7,8 ± 0,5	24,3 ± 4,6	0,152
35 °C	50	0	—	43,3 ± 4,8	0,000	85	5,9 ± 0,1	34,5 ± 4,1	0,330

TABLEAU XIX. — Comparaison des taux intrinsèques d'accroissement (r_m) des populations de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae* élevées sur cotonnier et soumises à différentes combinaisons constantes de température et d'hygrométrie.

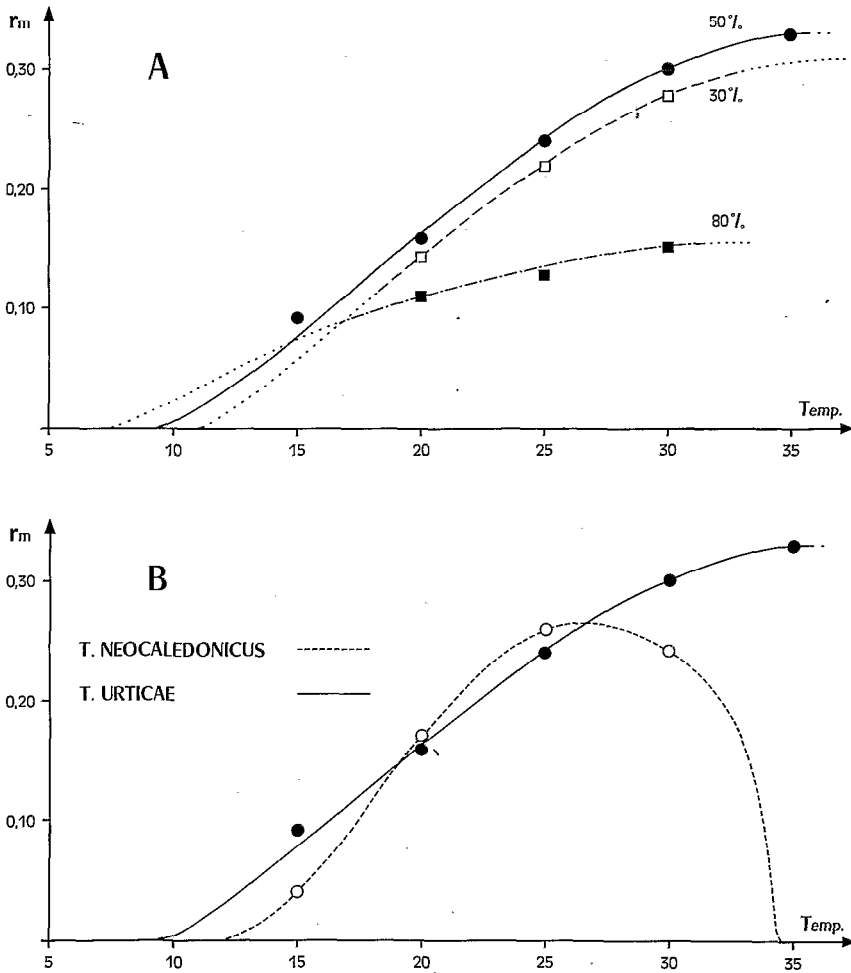


FIG. 17. — A, *T. urticae*, évolution de r_m , taux intrinsèque d'accroissement de la population, en fonction de la température, pour 3 hygrométries constantes différentes; B, comparaison de l'évolution des taux d'accroissement des populations de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae*, en fonction de la température, à une hygrométrie constante de 50 %.

de la température variable testée, dans la mesure où l'on ne se rapproche pas trop des conditions limites. Les températures moyennes mensuelles

$$\left(S \frac{(M + m)}{2} \right),$$

enregistrées sur les hautes terres de Madagascar, étant de l'ordre de 15 °C pendant 4 mois de l'hiver austral à Tananarive (6 mois à Antsirabe), de l'ordre de 20 °C pendant le reste de l'année, les conditions réalisées sur les plateaux centraux sont vraisemblablement plus favorables à *T. urticae* qu'à *T. neocaledonicus*.

Dans les autres régions, exception faite de quelques localités de l'Ouest où la température peut être plus élevée, les températures moyennes mensuelles varient de 20 à 28 °C, en cours d'année, si bien que le climat tend, au contraire, à favoriser *T. neocaledonicus*.

3.2. Températures limites.

La comparaison précédente a été complétée par des expériences et des observations concernant les températures limites. Le taux d'accroissement d'une population rend compte de la plupart des caractéristiques de la dynamique d'une espèce élevée dans des conditions constantes; il permet une bonne approximation de la combinaison température-hygrométrie la plus favorable, mais précise mal les seuils de résistance au froid ou à la chaleur, dont le rôle est essentiel dans l'explication de la répartition des espèces.

3.2.1. RÉSISTANCE AU FROID.

La résistance des œufs de *T. urticae* et de *T. neocaledonicus* a été étudiée à une température de 10 °C, théoriquement comprise entre les seuils de développement de ces 2 espèces et à une hygrométrie de 50 %. Les œufs sont pondus dans la salle d'élevage, soumis à une température de 10 °C pendant 5, 10 ou 15 jours, puis replacés dans l'ambiance de la salle d'élevage.

Les résultats sont groupés dans le tableau XX. Pour les deux espèces, les taux de mortalité sont très voisins aux hygrométries de 30 et 50 %, indépendamment de la durée d'exposition au froid. A 80 % par contre, *T. urticae* présente une meilleure résistance puisque la proportion des œufs morts est chaque fois inférieure de moitié à celle observée pour *T. neocaledonicus*.

Cette particularité contribue certainement à développer la zone d'extension de *T. urticae* sur les hautes terres de Madagascar au détriment de celle de *T. neocaledonicus*. Pendant l'hiver austral, un abaissement de la température est généralement lié à une forte élévation de l'hygrométrie, les minimums se produisant seulement la nuit, par temps clair ou en période de crachin.

Les souches de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae* considérées n'ont apparemment pas de stades de développement entrant en diapause et présentant une résistance particulière au froid ou à la sécheresse. Si l'on veut effectuer des comparaisons avec d'autres espèces, d'après la bibliographie, il faut se référer à des tétranyques dont le cycle annuel est ininterrompu ou aux générations d'été de ceux qui sont originaires de la zone tempérée.

Pour *T. desertorum*, répandu dans le sud des Etats-Unis, la résistance des œufs au froid a été examinée selon les mêmes critères (NICKEL, 1960); elle est légèrement supérieure à celle des œufs de la souche malgache de *T. urticae*, car après une exposition de 15 jours à 10 °C, le pourcentage de mortalité est de 60 % à une hygrométrie de 30 % et de 23 % à une hygrométrie voisine de 90 %.

D'après PUTMAN (1970), le seuil de température nécessaire au développement complet de l'œuf à l'adulte pour *Panonychus ulmi* (Koch), prélevé en été sur pêcher au Canada, se situe entre 9,2 et 11,7 °C. Il est indispensable de remarquer que cette température est sans rapport avec la température létale inférieure de l'espèce, les œufs d'hiver de certaines souches résistant à des températures voisines de - 35 °C, lorsqu'ils sont en diapause (MAC PHEE, 1961 in BOUDREAUX, 1963).

Nombre de jours	Hygrométrie	<i>T. neocaledonicus</i>			<i>T. urticae</i>		
		Nombre d'œufs testés	Nombre d'œufs morts	% d'œufs morts	Nombre d'œufs testés	Nombre d'œufs morts	% d'œufs morts
5	30 %	129	34	26,4	53	15	28,3
	50 %	81	22	27,2	98	27	27,6
	80 %	99	35	35,4	52	7	13,5
10	30 %	128	122	95,3	54	38	70,4
	50 %	80	50	62,5	97	55	56,7
	80 %	89	51	57,3	55	10	18,2
15	30 %	107	107	100,0	54	54	100,0
	50 %	80	74	92,5	96	86	89,6
	80 %	90	53	58,9	58	15	25,9

TABLEAU XX. — Mortalité comparée des œufs de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae* exposés à une température constante de 10 °C, liée à 3 niveaux d'hygrométrie constants différents pendant 5, 10 et 15 jours.

En réalité, la souche malgache de *T. urticae*, à l'intérieur du complexe *T. urticae* au sens large, doit être plus proche des espèces du groupe *T. cinnabarinus* que de celles du groupe *T. urticae sensu stricto*. D'après VAN DE BUND et HELLE (1960), les femelles de *T. cinnabarinus*, récoltées sur œillet en Europe, n'entrent pas en diapause l'hiver et supportent assez mal un froid vif et prolongé : 44 % d'entre elles meurent à -5°C au bout de 35 jours, alors que toutes les femelles de *T. urticae sensu stricto*, en diapause, survivent et résistent parfaitement à une température de -22°C pendant 5 jours.

Le seuil de température nécessaire au développement de *T. neocaledonicus* est finalement assez proche de celui des tétranyques originaires de la zone tempérée, tandis que le seuil d'activité des femelles (Chap. III, 1.2.2.3) est souvent plus bas que celui des générations estivales de ces espèces. La température létale inférieure ne permet pas une extension de l'acarien en dehors des régions intertropicales. Inversement les espèces très résistantes au froid, grâce aux phénomènes de diapause apparaissant en période de jours courts, sont éliminées des zones où la durée d'éclairement ne dépasse pas pratiquement 13 h. La résistance au froid de *T. neocaledonicus* légèrement inférieure à celle de la souche malgache de *T. urticae*, est tout de même suffisante pour assurer le maintien et la multiplication de l'espèce sur les hautes terres pendant l'hiver austral.

3.2.2. TOLÉRANCE A LA CHALEUR.

Nous avons vu que la mortalité des œufs de *T. neocaledonicus* est de 85 %, à une température de 35°C liée à une hygrométrie de 50 %. Dans ces conditions, aucune larve ne parvient au stade adulte. La survie des femelles n'est que de 10 jours dans la même ambiance.

Toujours dans des conditions identiques, 85 % des œufs de *T. urticae* donnent des adultes, mais à 40°C tous les œufs meurent assez rapidement. Cette information rejoint les résultats obtenus par BOUDREAUX (1963), selon lesquels une température de 38°C permet une bonne survie des femelles, tandis qu'elle entraîne une très forte mortalité des œufs de *T. cinnabarinus*.

D'après NICKEL (1960), les œufs de *T. desertorum* meurent dans la proportion de 83 % à 36°C avec une hygrométrie de 30 % et dans la proportion de 40 % à la même température, avec une hygrométrie de 85 %. Les œufs de la souche de *T. urticae* étudiée par le même auteur se sont révélés plus résistants que ceux de *T. desertorum*, à une hygrométrie de 30 %, alors qu'ils sont au contraire un peu plus sensibles à 85 %.

La résistance à la chaleur des différents stades de développement de *T. neocaledonicus* semble légèrement inférieure à celle de *T. desertorum*; elle est nettement plus faible que celle des différentes souches de *T. urticae*.

Cette particularité ne désavantage pas *T. neocaledonicus* à Madagascar puisque les températures moyennes mensuelles des régions les plus chaudes dépassent rarement 28°C .

4. CONCLUSIONS

L'évolution des trois principales caractéristiques de la population de *T. neocaledonicus* (R_0 , T et r_m) en fonction de la température et de l'hygrométrie, confirme les observations qui ont été faites dans la nature.

Il n'existe pas dans les biotopes où vit cette espèce, de combinaisons température-hygrométrie aussi stables que celles réalisées au cours de ces expériences. Cependant, si l'on ne s'écarte pas trop de la combinaison la plus favorable à l'espèce (températures comprises entre 20 et 30 °C et hygrométries comprises entre 30 et 70 %), les essais en ambiance constante fournissent des résultats comparables à ceux obtenus, lorsque la température et l'hygrométrie varient autour d'une moyenne correspondant aux conditions de l'ambiance constante considérée.

A une hygrométrie de 50 %, le potentiel net de reproduction atteint un maximum lorsque la température moyenne est de l'ordre de 23 ou 24 °C tandis que l'accroissement de la population est le plus élevé à une température de 26 à 27 °C.

Lorsque l'hygrométrie moyenne est proche de 80 %, comme nous l'avons constaté à Tuléar pendant la saison cotonnière 1971-1972, c'est à une température moyenne voisine de 21 °C que les femelles pondent le plus, et les populations ont un taux d'accroissement maximal à une température de 25 °C environ. Sur le terrain, les pullulations les plus importantes se produisent effectivement peu après les périodes où la température moyenne a atteint une valeur comprise entre 21 et 25 °C.

Les 5 souches de *T. neocaledonicus* comparées sont loin de constituer un échantillonnage valable de l'énorme ensemble d'individus et de races que représente probablement l'espèce. Les critères morphologiques habituellement retenus, ne permettent pas de déceler de différences, mais du point de vue physiologique, longévité, fécondité et taux net de reproduction varient d'une souche à l'autre, dans les conditions de nos expériences.

La différence entre la longévité et la fécondité des femelles, suivant qu'elles sont vierges ou fécondées, est une particularité qui se retrouve dans toutes les souches. L'étude plus complète entreprise sur la souche Ihosy, montre que le phénomène ne se manifeste qu'à partir d'une température supérieure à 20 °C.

La comparaison avec d'autres espèces est assez difficile. Cependant dans les meilleures conditions, il semble possible d'obtenir une durée totale de développement et une fécondité moyenne, voisines de celles des espèces du genre *Tetranychus* les plus redoutables, lorsque ces tétranyques sont eux-mêmes élevés à la combinaison température-hygrométrie qui leur est la plus favorable.

T. neocaledonicus résiste à un froid modéré et paraît par contre plus sensible à la chaleur que plusieurs espèces de la zone tempérée. L'intervalle de température lui permettant de rester actif est un peu plus restreint que celui de *T. urticae*.

Les représentants du complexe *T. urticae* qui entrent en compétition avec *T. neocaledonicus* sur les hauts plateaux de Madagascar appartiennent certainement à un groupe d'espèces plus proche de *T. cinnabarinus* que de *T. urticae sensu stricto*. Divers facteurs tels qu'une plus grande résistance des œufs au froid et un taux plus important d'accroissement des populations (entre 10 et 20 °C), procurent à *T. urticae* un avantage sur *T. neocaledonicus* dans les régions situées au-dessus de 1 000 m. Inversement, la supériorité potentielle de *T. urticae*, au-dessus de 28 °C, ne peut guère se manifester puisque la température moyenne mensuelle des régions les plus chaudes dépasse rarement cette valeur, dans la Grande Ile.

CHAPITRE IV

RECHERCHES SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

L'existence de souches réagissant de façon différente aux conditions d'élevage et la variabilité constatée par d'autres auteurs dans le complexe *T. urticae*-*T. cinnabarinus* (PARR et HUSSEY, 1960 ; BOUDREAUX, 1963 ; HELLE, 1965 b ; HELLE et PIETERSE, 1965), nous ont conduit à étudier l'intercompatibilité des souches élevées (GUTIERREZ et VAN ZON, 1973).

Aussi bien du point de vue de la dynamique des populations que de l'utilisation éventuelle des techniques de lutte autocide (FERON, 1963), les particularités relevées dans le mode de reproduction ont justifié un approfondissement des investigations dans le domaine de la physiologie de la ponte.

Nous avons essayé d'analyser le processus qui déclenche, chez les femelles fécondées, une production d'œufs et une fréquence de ponte différentes de celles des femelles vierges (GUTIERREZ et VAN ZON, 1973).

HELLE (1967) a effectué une série d'expériences sur la fécondation chez *T. urticae*. Il a notamment montré que la fécondation des oocytes se produit très rapidement après l'accouplement et que, dans la majorité des cas, seule la première copulation est efficace. Malgré les analogies présentées par les appareils génitaux de *T. urticae* et de *T. neocaledonicus*, nous avons pensé qu'il pouvait exister des différences entre la physiologie de la ponte de ces deux tétranyques et nous avons entrepris de les comparer (GUTIERREZ, 1974).

1. ÉTUDE DE L'INTERCOMPATIBILITÉ ENTRE DIFFÉRENTES SOUCHES DE *T. NEOCALEDONICUS*

7 types de croisements entre souches de *T. neocaledonicus*, ainsi qu'un essai de croisement entre la souche Ihosy et une souche de *T. urticae* ont été tentés, dans les deux sens.

1.1. Matériel et méthode.

Nous avons employé les 4 souches malgaches comparées au chapitre III, une souche Louisiane « white eye » (La. we) ⁽¹⁾, dérivée de la souche Louisiane utilisée précédemment, ainsi que la souche de *T. urticae*, prélevée à Tananarive sur *Rosa* sp.

⁽¹⁾ La mutation « white eye » a été obtenue au Laboratoire d'Entomologie appliquée de l'Université d'Amsterdam par A. Q. VAN ZON en 1967.

Les individus génétiquement marqués ont la particularité d'avoir des yeux non pigmentés, tandis que l'hémolymphé a une pigmentation normale.

Cette mutation étant récessive, le génotype des femelles *we* est désigné par *We We*, celui des mâles par *We*, les individus « wild » correspondants ayant le génotype *We⁺ We⁺* et *We⁺*. Au cours de très nombreux croisements, il est apparu qu'une femelle *La. we* croisée avec un mâle *La.* à une pigmentation normale donne autant de mâles *we* que de mâles normaux. Il en est de même d'ailleurs, avec une femelle hybride vierge ou une femelle hybride fécondée par un mâle *we*. On peut, par conséquent, estimer que cette mutation est indépendante d'éventuels chromosomes sexuels (HELLE, *in litt.*). Lors des croisements des femelles *La. we* avec des mâles à pigmentation normale, il est possible de définir le sexe de la descendance dès l'éclosion des œufs : les larves à yeux blancs donnent des mâles, tandis que celles qui ont les yeux pigmentés donnent des femelles.

Pour obtenir la F_1 , nous utilisons 2 sortes d'élevages parallèles en logettes de plexiglas, entretenus dans une ambiance à 25 °C et à une hygrométrie de 50 %.

— 18 à 34 femelles prélevées au stade R_3 sont élevées isolément, avec un mâle de la souche utilisée pour le croisement. Les œufs pondus sont comptés et détruits tous les jours, de façon à obtenir la ponte totale de chaque femelle, dans les mêmes conditions que lors de l'étude des souches pures.

— 18 femelles, également prélevées au stade R_3 sont élevées isolément avec le mâle de la souche ayant servi au croisement, mais les adultes sont déplacés dans une nouvelle logette dès que le nombre d'œufs déposés atteint la dizaine. Les œufs sont conservés et les larves qui éclosent sont élevées, quand besoin est, jusqu'au stade adulte. Ce second type d'élevage employé pour les souches pures et les croisements, permet de déterminer, en F_1 , la mortalité des œufs et la proportion de mâles et de femelles.

Pour la F_2 , la seconde méthode d'élevage a été seule utilisée.

En F_3 , par suite de la présence possible de 2 sortes de mâles (du type souche paternelle et du type souche maternelle), nous avons laissé séjourner les 4 à 30 femelles obtenues en F_2 , sur un disque de feuille détachée, avec un nombre de mâles variant de 2 à 15. Au bout de 2 jours, l'accouplement étant supposé réalisé, chacune de ces femelles a été isolée dans une logette et les larves issues des œufs ont été élevées, quand il y avait une descendance.

Pour la F_2 et la F_3 , nous avons obtenu moins de précision dans la détermination du nombre d'œufs déposés car les femelles pondeuses étaient perturbées par de fréquents déplacements, mais nous sommes parvenus à une appréciation convenable des éléments qui nous intéressaient : pourcentages des femelles stériles et des œufs non viables, proportion des femelles dans la descendance totale.

1.2. Résultats et discussion.

Nous avons constaté, au cours de tous les croisements effectués ici, et indépendamment du sens de l'opération, une très forte agressivité sexuelle des mâles à l'égard des jeunes femelles, même lorsqu'il s'agissait d'espèces différentes. Cette observation mérite d'être soulignée, car l'agressivité, ou simple-

ment l'attractivité sexuelle, ne se manifeste pas toujours lors de la mise en présence de tétranyques appartenant à des espèces très proches les unes des autres (GUTIERREZ et HELLE, 1971).

Dans chacun des cas présents, il y a donc eu accouplement apparent. Nous verrons que seule la composition de la F_1 permet de déterminer s'il y a eu copulation ou simple chevauchement, la distinction entre ces deux actes ne pouvant être établie d'après l'observation.

Le tableau XXI donne la liste des élevages et croisement effectués. La colonne « Parents » rend possible la comparaison de la longévité et de la fécondité des femelles vierges, des femelles fécondées par un mâle de la même souche et de celles ayant été croisées avec un mâle d'autres souches. La colonne F_1 fournit la composition de la première génération et le pourcentage d'œufs qui meurent.

Le tableau XXII donne la composition des F_2 et F_3 ainsi obtenues.

Femelles × mâles	Parents			F_1		
	Nombre de femelles étudiées	Survie moyenne des fem. en jours	Ponte moyenne par femelle $\pm t.s_m$	% de fem.	% de mâles	% d'œufs morts
Ihy × Ihy	55	13	80,3 \pm 7,7	70,3	27,2	2,5
Ihy	53	28	53,3 \pm 7,9	0,0	97,9	2,1
Ihy × Tul.	27	13	41,0 \pm 4,6	62,2	32,3	5,5
Ihy × Ta. Ipo.	30	17	46,1 \pm 6,5	0,4	97,2	2,4
Ihy × Ta. Sech.	18	13	46,6 \pm 8,8	78,4	18,5	3,1
Ihy × La. w.	18	13	69,7 \pm 9,1	67,9	29,7	2,4
Ihy × T. urt.	22	22	45,3 \pm 6,4	0,0	96,8	3,2
Tul. × Tul.	36	12	68,0 \pm 7,4	75,1	21,6	3,3
Tul.	35	18	53,1 \pm 6,7	0,0	97,1	2,9
Tul. × Ihy	34	10	35,4 \pm 6,1	72,9	18,6	8,5
Ta. Ipo. × Ta. Ipo.	52	14	62,9 \pm 7,6	84,7	12,6	2,7
Ta. Ipo.	55	28	32,3 \pm 3,5	0,0	96,9	3,1
Ta. Ipo. × Ihy	34	26	28,9 \pm 3,1	0,0	97,1	2,9
Ta. Ipo. × Ta. Sech.	24	23	30,0 \pm 5,1	0,7	93,8	5,5
Ta. Ipo. × La. w.	28	18	21,4 \pm 3,3	0,0	95,7	4,3
Ta. Sech. × Ta. Sech.	36	11	44,7 \pm 4,8	72,9	23,9	3,2
Ta. Sech.	38	14	25,6 \pm 4,2	0,0	95,2	4,8
Ta. Sech. × Ihy	18	10	37,4 \pm 8,7	8,0	15,3	76,7
Ta. Sech. × Ta. Ipo.	19	14	24,2 \pm 4,6	5,6	88,3	6,1
Ta. Sech. × La. w.	18	9	34,8 \pm 5,8	31,9	57,4	10,7
La. × La	49	13	59,3 \pm 7,2	78,0	18,2	3,8
La.	55	28	42,8 \pm 4,2	0,0	96,7	3,3
La. w. × Ihy	20	12	51,6 \pm 8,0	4,7	15,8	79,5
La. w. × Ta. Ipo.	28	10	10,9 \pm 2,5	6,1	74,4	19,5
La. w. × Ta. Sech.	18	11	36,5 \pm 9,9	80,3	16,8	2,9
T. urt. × Ihy	24	19	77,8 \pm 8,7	0,0	95,84	4,16

TABLEAU XXI. — Résultats des élevages et croisements entre souches.

Parents	Femelles de la F_1		F_2			Femelles de la F_2		F_3		
Femelles × mâles	Nombre de femelles	% de femelles stériles	Nombre d'œufs par femelle pondreuse	% d'œufs morts	% de femelles dans la descendance	Nombre de femelles	% de femelles stériles	Nombre d'œufs par femelle pondreuse	% d'œufs morts	% de femelles dans la descendance
Ihy × Tul.	18	0	52,2	15,7	65	16	0	74,3	2,7	76
Ihy × Ta. Ipo.	4	100	—	—	—	—	—	—	—	—
Ihy × Ta. Sech.	18	0	39,4	29,2	86	20	25	50,8	21,7	70
Ihy × La. w.	30	83	5,6	92,9	100	2	100	—	—	—
Tul. × Ihy	17	0	66,4	4,6	79	18	6	65,3	2,6	76
Ta. Ipo. × Ta. Sech.	5	100	—	—	—	—	—	—	—	—
Ta. Sech. × Ihy	18	17	18,2	84,6	90	12	33	44,6	82,0	90
Ta. Sech. × Ta. Ipo.	18	100	—	—	—	—	—	—	—	—
Ta. Sech. × La. w.	30	100	—	—	—	—	—	—	—	—
La. w. × Ihy	30	63	26,1	94,5	100	17	88	12,5	52,0	—
La. w. × Ta. Ipo.	12	100	—	—	—	—	—	—	—	—
La. w. × Ta. Sech.	18	17	16,1	79,0	74	18	22	35,7	80,3	74

TABLEAU XXII. — Résultats des F_2 et F_3 réalisées à partir des croisements du tableau XXI.

L'ensemble des 2 tableaux permet de juger de la compatibilité des souches étudiées et apporte d'intéressantes indications concernant l'action de la copulation éventuelle sur la longévité et sur la production d'œufs.

1.2.1. AFFINITÉS GÉNÉTIQUES ENTRE LES SOUCHES.

Il y a incompatibilité totale entre la souche Ihosy et *T. urticae* : La F_1 ne comporte aucune femelle et la mortalité des œufs est du même ordre que lors de l'élevage d'une souche pure.

Les résultats obtenus en F_1 , F_2 et F_3 à la suite des croisements entre les 5 souches de *T. neocaledonicus* mettent en évidence 4 niveaux d'isolement génétique partiel ou total : incompatibilité, stérilité de l'œuf hybride, stérilité de la femelle hybride, stérilité des femelles de seconde génération (« incompatibility, hybrid inviability, hybrid sterility, hybrid breakdown » selon DOBZHANSKY, 1951).

Les quelques femelles hybrides obtenues à la suite des croisements entre la souche Tananarive *Ipomoea* et les autres souches se sont toutes révélées stériles.

Les souches Louisiane we, Ihosy et Tananarive *Sechium* sont partiellement interstériles. Seuls les souches Ihosy et Tuléar semblent relativement compatibles.

— Ainsi que cela a déjà été vu chez *T. urticae* (HELLE et PIETERSE, 1965), le sens du croisement intervient.

En F_1 , Ihosy \times Tananarive *Sechium* donne 3,1 % d'œufs morts et 78,4 % de femelles. Dans le sens Tananarive *Sechium* \times Ihosy, on obtient 76,7 % d'œufs morts et 8 % de femelles. Le même phénomène se produit avec Ihosy \times Louisiane we (2,4 % d'œufs morts, 67,9 % de femelles) et Louisiane we \times Ihosy (79,5 % d'œufs morts et 4,7 % de femelles).

1.2.2. OBSERVATIONS SUR LES CONSÉQUENCES DE LA COPULATION.

Nous avons analysé la composition des F_1 , et comparé la longévité et la fécondité des femelles soumises aux croisements, à celles des femelles vierges ou fécondées par des mâles de leur propre souche.

Les différents croisements ont été examinés en suivant l'ordre de présentation du tableau XXI.

1° Souche Ihosy.

Avec les mâles des souches Tuléar, Tananarive *Sechium* et Louisiane we, la F_1 a une composition voisine de celle obtenue à partir des femelles fécondées par des mâles Ihosy. On peut donc estimer qu'il y a eu chaque fois copulation et syngamie. Dans les 3 cas, 50 % des femelles meurent au bout de 13 jours.

En ce qui concerne la fécondité, le croisement avec la souche Louisiane we donne un nombre d'œufs comparable à celui des femelles fécondées par des mâles Ihosy ($F = 2,18$, alors qu'il faudrait avoir $F = 3,98$ pour trouver une différence significative au seuil de 5 %). Dans les autres cas, les pontes sont comparables (\times mâles Ta. Sech.) ou inférieures (\times mâles Tuléar) à celles des femelles vierges.

2. Souche Tuléar.

D'après le pourcentage de femelles obtenues en F_1 , il y a eu copulation et syngamie avec la souche Ihosy ; la survie des femelles est légèrement inférieure à celle des femelles fécondées par des mâles de la souche Tuléar. La ponte est plus faible que celle des femelles vierges.

3° Souche Tananarive Ipomoea.

Les croisements tentés avec 3 souches fournissent une F_1 dont la composition est semblable à celle des femelles non fécondées. Des copulations peuvent se produire, mais, sauf exception [avec les mâles de la souche Tananarive *Sechium* (0,7 % de femelles en F_1)], il n'y a pas de syngamies. La longévité des femelles est supérieure à celle des femelles fécondées, les pontes sont comparables ou même inférieures à celles des femelles vierges.

4° Souche Tananarive *Sechium*.

— Ta. *Sechium* \times Ihosy : le fort pourcentage de mortalité des œufs en F_1 , nous amène à penser qu'il y a eu copulation, mais que la syngamie conduit en général à des individus non viables. Le nombre d'œufs déposés est comparable à celui des femelles fécondées de la souche pure ($F = 2,70$, alors que la table donne $F = 4,03$ pour que la différence soit significative au seuil de 5 %). La longévité est celle des femelles fécondées.

— Ta. *Sechium* \times Ta. *Ipomoea* : la F_1 comporte 5,6 % de femelles, il y a eu, par conséquent, un certain nombre de copulations, mais très peu de syngamies. La ponte et la longévité sont comparables à celles des femelles vierges.

— Ta. *Sechium* \times Louisiane we : le pourcentage de femelles en F_1 est intermédiaire entre le précédent et celui obtenu avec les femelles fécondées par des mâles de la souche *Sechium*. Le nombre d'œufs pondus se situe entre celui des femelles fécondées et celui de celles qui ne le sont pas. La longévité est réduite, mais la faible différence entre la longévité des femelles de la souche Tananarive *Sechium*, selon qu'elles sont fécondées ou vierges, rend les conclusions peu convaincantes.

5° Souche Louisiane we.

— Louisiane we \times Ihosy : nous aboutissons aux mêmes résultats que pour le croisement Ta. *Sech.* \times Ihosy. La ponte est comparable à celle des femelles fécondées par des mâles de la souche Louisiane ($F = 1,59$, alors que la table donne $F = 3,99$ pour que la différence soit significative au seuil de 5 %). La longévité est sensiblement celle de ces mêmes femelles fécondées. Il y a eu copulations et syngamies, mais ces dernières conduisent très fréquemment à des individus non viables.

— Louisiane we \times Ta. *Ipomoea* : on a certainement eu des accouplements, car en F_1 , la mortalité des œufs est supérieure à la moyenne et on obtient quelques femelles. Les syngamies qui ne sont produites ont généralement abouti à des individus non viables. La longévité est faible, la quantité d'œufs déposés très réduite.

— Louisiane we \times Ta. *Sechium* : la F_1 prouve qu'il y a eu accouplement et

un fort taux de syngamies. La longévité est semblable à celle des femelles fécondées, mais la ponte à peine comparable à celle des femelles vierges.

Remarque : lors des croisements faisant intervenir la souche Louisiane we et une souche malgache, la mutation « white eye » marque la descendance, quand elle existe, de la même façon que s'il s'agissait d'un croisement entre les souches Louisiane we et Louisiane « wild ».

— Pour Louisiane we \times Ihosy, par exemple, sur 17 femelles en F_2 , nous avons obtenu 8 femelles à yeux non pigmentés et 9 femelles à yeux noirs.

Sur les 8 femelles we mises en élevage séparément : 7 n'ont pas pondu et 1 a déposé 13 œufs non viables.

Sur les 9 femelles à phénotype « wild » : 8 étaient stériles et 1 a déposé 12 œufs qui ont donné 6 mâles we et 6 mâles « wild ».

— Dans le sens Ihosy \times Louisiane we, en F_1 , toutes les femelles avaient les yeux pigmentés ; en F_2 , nous n'avons obtenu que 4 femelles à phénotype « wild » qui se sont révélées stériles.

Ceci nous laisse entrevoir la possibilité, en partant d'un grand nombre d'acariens, de transmettre des mutations, d'une souche à une autre, par l'intermédiaire de back-cross successifs.

1.2.3. DISCUSSION.

Les deux croisements tentés entre la souche Ihosy et la souche de *T. urticae* prélevée à Madagascar n'ayant entraîné aucune hybridation, il se confirme que les deux espèces sont bien distinctes.

Ainsi que le laissait supposer notre étude morphologique préliminaire, les croisements entre les souches de *T. neocaledonicus* ont chaque fois produit dans l'un des deux sens au moins, un certain nombre de femelles. Les populations semblent pourtant isolées du point de vue de la reproduction, puisque peu de croisements conduisent à une descendance fertile ou vont sans difficultés au-delà de la F_3 . La récolte dans une même localité (Tananarive), mais sur des plantes différentes, de 2 souches complètement incompatibles, nous incite à penser que nous n'avons pas une seule, mais plusieurs espèces de *T. neocaledonicus*, que nous devons nous contenter de grouper en un complexe.

De la même façon que BOUDREAUX (1963) pour ce qui concerne *T. urticae*, nous n'avons pas estimé utile de créer de nouvelles espèces à l'occasion de cette étude. Il n'est pas possible, en effet, de distinguer morphologiquement les souches considérées, ni de leur attribuer une origine géographique précise, du fait des nombreux transports de plantes qui se sont effectués et s'effectuent encore dans la Grande Ile.

Le nombre de chromosomes étant de $N = 3$ chez les souches examinées (HELLE et BOLLAND, 1967 ; GUTIERREZ, HELLE et BOLLAND, 1970), l'interstérilité est vraisemblablement due à des remaniements du matériel génétique tels que translocations, inversions et même apparitions de mutations géniques. Les races nouvelles, ainsi formées, ont grâce à la parthénogenèse haploïde arrhénotoque, la faculté de se « fixer » bien plus facilement que dans les autres groupes animaux.

L'influence du sens du croisement sur le résultat de la F_1 proviendrait de l'intervention de facteurs extra-chromosomiques pouvant se situer au niveau

du cytoplasme et plus spécialement du chondriome (HELLE, communication personnelle). Ces facteurs seraient défavorables à l'embryon dans certains cas, entraînant en F_2 , un abaissement du taux d'éclosion des œufs ou provoqueraient des perturbations de la gamétogenèse chez les femelles hybrides.

Les modifications de la longévité et de la fécondité des femelles, constatées chez *T. neocaledonicus* à la suite des accouplements, n'ont jamais été remarquées chez *T. urticae*. Ici, les résultats tendent à démontrer que la longévité est étroitement liée au taux des syngamies qui se produisent. Dans tous les croisements réalisés, la longévité des femelles est d'autant plus faible, que la F_1 comporte un pourcentage plus élevé d'œufs à $2n$ chromosomes et se rapproche par conséquent davantage de celle des femelles fécondées par des mâles de la même souche.

La modification de la production d'œufs chez les femelles qui ont été fécondées paraît avoir une origine différente. Le tableau XXI et les commentaires que nous en avons faits, prouvent qu'il peut très bien y avoir copulation et un très fort pourcentage de syngamies avec une ponte à peine comparable à celle des femelles non fécondées.

Lorsqu'il n'y a pas de syngamie, il est probable que l'accouplement apparent n'est pas accompagné de copulation réelle. La faiblesse des pontes, souvent inférieures à celles des femelles vierges, peut alors s'expliquer en admettant que le mâle étranger dérange la femelle, prisonnière de son étroite logette, aussi bien dans son alimentation que dans son comportement.

Des essais complémentaires nous ont permis de constater qu'en réalité, la quantité d'œufs déposés par les femelles augmente lorsque, dans les croisements entre souches, plusieurs mâles sont mis en présence de chaque femelle. Les mêmes résultats sont obtenus lorsque l'on croise des femelles de *T. neocaledonicus* de la souche Louisiane avec plusieurs mâles de *T. urticae*. Il n'y aurait donc pas incompatibilité mécanique entre femelles de *T. neocaledonicus* et mâles de *T. urticae*, contrairement à ce qui se passe dans les croisements entre femelles de *T. neocaledonicus* et mâles de *T. pacificus* par exemple; dans ce dernier cas, la ponte est toujours comparable à celle des femelles vierges, indépendamment du nombre de mâles en cause.

2. EXPÉRIENCES SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

2.1. Influence de la fécondation sur la production d'œufs chez *T. neocaledonicus*.

Nous avons tenté de préciser le mécanisme du phénomène étudié au paragraphe précédent, en abordant le problème différemment. Nous limitant à une seule souche de *T. neocaledonicus*, nous avons comparé les pontes des femelles, selon qu'elles sont fécondées par plusieurs mâles ayant la même origine ou croisées avec plusieurs mâles de *T. urticae*.

Parallèlement à cet essai, nous avons étudié la composition de la F_1 issue de femelles fécondées par des mâles préalablement irradiés aux rayons X et, à titre indicatif, nous avons dénombré la production d'œufs pondus par des

femelles vierges soumises aux mêmes conditions d'élevage (GUTIERREZ et VAN ZON, 1973).

2.1.1. MATÉRIEL ET MÉTHODE.

A partir de la souche *T. neocaledonicus* du type « wild » originaire de Louisiane et d'une souche de *T. urticae* prélevée sur *Sambucus nigra* L. à Voorne (Pays-Bas), nous avons réalisé les élevages et croisements suivants :

- femelles *T. neocaledonicus* vierges
- femelles *T. neocaledonicus* × mâles normaux
- femelles *T. neocaledonicus* × mâles irradiés
- femelles *T. neocaledonicus* × mâles *T. urticae*

Les élevages ont été effectués sur disque de feuille détachée de *Phaseolus* sp. La température ambiante a été maintenue à 25 °C, tandis que l'hygrométrie était comprise entre 60 et 70 %.

Pour les femelles fécondées, nous sommes partis de 50 R_3 femelles groupées sur un seul disque avec 25 mâles. 24 h après leur sortie et leur fécondation, les femelles ont été prélevées et déposées chacune séparément sur un disque isolé. Pour les femelles vierges, nous sommes partis de 50 R_3 femelles déposées sur 50 disques différents.

Pour le croisement faisant intervenir les mâles irradiés ou les mâles de *T. urticae*, le schéma de l'opération a été identique.

Les œufs déposés par les femelles ont été détruits et comptés au fur et à mesure. Nous n'avons tenu compte que de la ponte des 14 premiers jours de vie des femelles et uniquement de celles dont la durée de vie dépassait ce délai.

Le taux de mortalité et le sexe des individus de la F_1 ont été déterminés à l'aide d'un élevage annexe effectué en parallèle.

L'irradiation a été pratiquée à l'aide d'un appareil médical à rayons X, destiné à des traitements cutanés. La puissance de l'appareil étant de 50 kV, les jeunes mâles sont exposés aux rayons pendant une minute, à une distance de 4 cm, ce qui correspond à une dose de 41 Kr.

2.1.2. RÉSULTATS ET DISCUSSION.

Les mâles irradiés et ceux de la souche *T. urticae* *Sambucus* manifestent à l'égard des femelles, une agressivité sexuelle comparable à celle des mâles normaux de la souche Louisiane.

D'après le tableau XXIII, les femelles fécondées par les mâles normaux pondent presque 2,5 fois plus que les femelles vierges. Le croisement avec les mâles de *T. urticae*, entraîne une augmentation de la production d'œufs aussi importante, tandis que le croisement avec les mâles de *T. neocaledonicus* irradiés, double seulement la ponte.

— Dans le cas du croisement avec des mâles irradiés, la F_1 comprend une proportion de mâles comparable à celle qui est produite par des femelles fécondées, mais par contre, un nombre important d'œufs non viables et aucune femelle. On peut estimer qu'il y a eu copulation et syngamie. Les œufs haploïdes ne sont pas affectés, tandis que ceux qui sont destinés à donner des femelles n'éclosent pas, parce que le sperme a probablement subi une destruction de matériel chromatique ou possède un facteur létal dominant.

Femelles \times mâles	Parents		F_1		
	Nombre de femelles étudiées	Nombre moy. d'œufs/femelle $\pm t.s_m$	% de femelles	% de mâles	% d'œufs morts
La. vierges	34	46,3 \pm 3,4	0,0	97,1	2,9
La. \times La.	35	110,5 \pm 7,2	78,9	18,7	2,4
La. \times La. irradiés	38	94,6 \pm 9,1	0,0	21,4	78,6
La. \times <i>T. urticae</i>	12	113,8 \pm 3,2	0,0	97,1	2,9

TABLEAU XXIII. — Comparaison des pontes partielles (14 premiers jours de vie) obtenues à la suite de l'élevage des femelles vierges et des croisements dans lesquels plusieurs mâles ont eu la possibilité d'intervenir (intervalle de confiance des moyennes à 5 %).

Nous retrouvons le même type de F_1 que celles résultant des croisements, Tananarive *Sechium* \times Ihosy ou Louisiane we \times Ihosy, mais dans ces deux cas, nous avons eu chaque fois production de quelques femelles susceptibles d'avoir une descendance.

Un test de F nous permet de trouver, malgré le chevauchement de l'intervalle de confiance de la moyenne, une différence hautement significative entre les pontes des femelles fécondées par les mâles normaux et celles des femelles fécondées par les mâles irradiés ($F = 7,56$, alors que d'après la table $F = 7,01$ est suffisant pour avoir une différence significative au niveau de 0,01).

— A la suite du croisement avec *T. urticae*, la F_1 est composée uniquement d'un grand nombre de mâles, la proportion d'œufs morts étant celle que l'on constate dans les élevages des souches pures. Il y a donc certainement eu copulation, car on observe un accroissement important des pontes, mais pas de syngamie. Le nombre d'œufs est tout à fait comparable à celui des femelles fécondées de la souche pure.

L'augmentation de la ponte dans le second cas, est par conséquent un phénomène indépendant de la fusion des gamètes. Son déclenchement uniquement dû à la copulation elle-même, pourrait être induit à partir d'une certaine quantité de liqueur séminale ou encore à partir d'un certain degré de distension de la bourse copulatrice, par exemple, l'intromission de l'œdéage ne constituant pas un signal suffisant, comme nous l'avons vu au paragraphe 1.2.3 précédent.

La différence notée entre les pontes des femelles fécondées par les mâles normaux et celles des femelles croisées avec les mâles irradiés, peut être attribuée à une atténuation de l'activité des mâles à la suite de l'irradiation.

2.2. Comparaison de la physiologie de la reproduction de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae*.

Nous avons repris avec *T. neocaledonicus* les différentes expériences effectuées par HELLE (1967) sur la physiologie de la reproduction de *T. urticae*. Pour chacun des quatre points envisagés, nous avons confronté nos résultats à ceux qui avaient été obtenus pour *T. urticae*.

Au cours de ces essais, nous avons employé deux souches de *T. neocaledonicus* Ihosy et Louisiane, cette dernière avec les deux types « wild » et « white eye ». Les élevages ont été suivis dans une salle où la température est maintenue aux environs de 25 °C, tandis que l'hygrométrie varie de 60 à 70 %.

2.2.1. DÉTERMINATION DE L'INTERVALLE DE TEMPS S'ÉCOULANT ENTRE L'ACCOUPLEMENT ET LA PONTE D'ŒUFS FÉCONDÉS.

1° Matériel et méthode.

— *Matériel* : souche Ihosy et souche Louisiane « wild ».

— *Méthode* : sur un disque de feuille de cotonnier, nous élevons 150 œufs non fécondés, obtenant ainsi près de 150 jeunes mâles. Parallèlement à cette opération, nous prélevons sur chacune de nos souches 54 téliochrysalides (R_3) destinées à donner des femelles, que nous déposons individuellement dans une logette en plexiglas. Les R_3 donnent des femelles, qui lorsqu'elles ont 3 ou 4 jours, sont déposées chacune à leur tour sur le disque isolé supportant les mâles. L'accouplement se produit immédiatement et, sitôt terminé, les femelles sont replacées isolément dans une logette. L'heure exacte de la fin de l'accouplement est notée pour chaque femelle. Nous laissons séjourner les femelles pendant 2,5 h dans une première logette, avant de les transférer dans une seconde logette, pour une durée de 1,5 h, puis dans une troisième pour 3,5 h et enfin, dans une quatrième, pour 16,5 h.

Les œufs déposés par les femelles dans les différentes logettes sont ensuite élevés, de façon à déterminer le sexe de la descendance, c'est-à-dire, en fait, de manière à savoir s'il y a eu ou non fécondation.

2° Résultats et discussion (tableau XXIV).

Pour les deux souches, les premiers œufs fécondés sont déposés entre 4 et 7,5 h après la copulation. La proportion d'œufs fécondés, constatée habi-

Intervalle de temps (en heures) après la copulation	Composition de la descendance					
	Souche Ihosy $N = 45$			Souche Louisiane $N = 48$		
	Nombre de ♂	Nombre de ♀	% de ♀	Nombre de ♂	Nombre de ♀	% de ♀
0-2,5	20	0	—	15	0	—
2,5-4	18	0	—	11	0	—
4-7,5	41	28	41 %	31	5	14 %
7,5-24	74	255	78 %	53	164	76 %

TABLEAU XXIV. — Nombre d'œufs haploïdes (mâles) et diploïdes (femelles), obtenus à partir de femelles fécondées des souches Ihosy et Louisiane, déposés à différents intervalles de temps après la copulation. N indique le nombre de femelles testées.

tuellement pendant les premiers jours de ponte des jeunes femelles, n'apparaît que 7,5 h après l'accouplement.

La légère différence observée entre les deux souches, provient simplement du fait que chacune d'elles a sa propre fréquence de ponte. Nous avons déjà remarqué (Chap. III, 2) que dans des conditions identiques, la souche Louisiane pondait légèrement moins que la souche Ihosy.

En comparant ces résultats à ceux obtenus par HELLE, on s'aperçoit qu'il n'y a pas de différence entre *T. urticae* et *T. neocaledonicus*, du point de vue de l'intervalle de temps s'écoulant entre l'accouplement et le dépôt d'œufs fécondés.

2.2.2. EXISTE-T-IL UN PROCESSUS DE BLOCAGE DES SPERMATOZOÏDES, A LA SUITE DU PREMIER ACCOUPLEMENT ?

1° Matériel et méthode.

— *Matériel* : souche Louisiane et la souche marquée qui en dérive.

— *Méthode* : de jeunes femelles vierges, du type « white eye » (We We), sont présentées successivement à des mâles du type « white eye » (We), puis à des mâles du type « wild » (We⁺). L'étude de la composition de la descendance des femelles, doit permettre de conclure s'il y a blocage des spermatozoïdes à la suite du premier accouplement.

Comme pour *T. urticae*, le premier accouplement se fait presque immédiatement après le dépôt de la femelle, mais le second présente souvent des difficultés. Nous avons fait varier l'intervalle de temps s'écoulant entre les deux opérations, de 5 mn à 5 jours. Remarquons d'ailleurs, que nous avons pu obtenir des accouplements successifs plus rapprochés que chez *T. urticae* où l'intervalle minimum entre deux copulations est de 20 mn.

En pratique, on dispose de 2 disques de feuille de cotonnier, sur lesquels se trouvent 20 jeunes mâles « white eye » pour l'un et 20 jeunes mâles « wild » pour l'autre.

50 jeunes femelles sont déposées successivement au milieu des mâles « white eye », puis au milieu des mâles « wild », et enfin élevées chacune séparément sur un disque isolé de façon à étudier la composition de leur descendance.

2° Résultats et discussion.

Tous les descendants mâles ont le type maternel « white eye ». La composition de la descendance femelle est indiquée dans le tableau XXV.

Comme pour *T. urticae*, les modifications de l'intervalle de temps séparant les deux accouplements, semblent avoir peu d'influence sur le succès ou l'échec de la seconde copulation.

Une différence très importante apparaît cependant, les filles provenant d'une même femelle ont toutes le même phénotype, si bien qu'il semble que sur les deux accouplements, un seul soit susceptible de réussir et d'entraîner la fécondation.

Sur les 50 femelles initiales, 4 ont été perdues au cours des manipulations ou sont mortes sans avoir pondu, les 46 autres ont pondu une cinquantaine d'œufs, en moyenne. Pour 41 femelles, tout se passe comme si seule, la première

Intervalle de temps entre les 2 accouplements	Nombre de ♀ testées	Nombre de ♀ dont la descendance ♀ est homogène	
		Type We We	Type We ⁺ We
5'	5	4	1
10'	5	4	1
20'	6	6	0
30'	1	1	0
40'	2	2	0
1 h	5	5	0
1 h 30	4	4	0
2 h	6	5	1
24 h	5	4	1
5 jours	7	6	1
Totaux	46	41	5

TABLEAU XXV. — Composition de la descendance femelle de femelles « white eye » (We We), accouplées successivement avec des mâles « white eye » (We) puis avec des mâles « wild » (We⁺), différents intervalles de temps s'écoulant entre les 2 opérations.

fécondation était intervenue. Pour les 5 autres, il semble qu'en réalité, le premier accouplement n'ait été qu'apparent, seul le second a entraîné la fécondation et la formation de femelles hétérozygotes We⁺ We.

Nous pensons que c'est le fait de prendre de très jeunes femelles, qui nous a permis d'obtenir des accouplements successifs plus rapprochés que chez *T. urticae*, Helle prenant des femelles âgées de 3 jours. L'homogénéité de la descendance femelle (qui n'apparaît pas chez *T. urticae*), laisse supposer ici, l'existence d'un facteur empêchant toute fécondation à la suite d'une copulation réussie.

Nous avons complété cette expérience par deux essais permettant d'éviter une appréciation erronée de la valeur du premier chevauchement.

— Sur un disque isolé, au milieu de 30 jeunes femelles vierges, du type « white eye » (We We), nous déposons 10 jeunes mâles « white eye » (We), ce qui correspond sensiblement à la proportion des représentants des deux sexes dans la nature.

On laisse les tétranyques s'accoupler pendant 4 heures, puis on retire les mâles. Vingt-quatre heures après le début de cet essai, 10 autres jeunes mâles du type « wild » (We⁺) sont déposés sur le disque; on laisse les acariens s'accoupler pendant 6 heures, puis on retire les mâles. Les femelles sont ensuite élevées, comme précédemment, sur disques isolés, pour déterminer le phénotype de leur descendance femelle.

	Nombre de ♀ testées	Nombre de ♀ noyées ou mortes sans ponte	Nombre de ♀ dont la descendance femelle est homogène	
			Type We We	Type We ⁺ We
1 ^{er} essai	30	5	24	1
2 ^e essai	30	3	26	1

TABLEAU XXVI. — Composition de la descendance femelle de femelles « white eye » (We We), accouplées successivement avec des mâles « white eye » (We) puis avec des mâles « wild » (We⁺), à 24 h d'intervalle.

L'expérience a été effectuée 2 fois et les résultats sont indiqués dans le tableau XXVI : le premier accouplement a pratiquement entraîné toutes les fécondations, excluant les tentatives de fécondation de la part des mâles We⁺.

Dans le même esprit, nous avons procédé à l'essai inverse, dont le déroulement est plus long. Au milieu de 32 jeunes femelles vierges du type « wild » (We⁺ We⁺), nous avons déposé 10 jeunes mâles « wild » (We⁺). On laisse les tétranyques s'accoupler pendant 4 h puis on retire les mâles. 24 h après le début de cet essai, on dépose 10 autres jeunes mâles du type « white eye » (We) pendant 6 h. Une femelle s'étant noyée, les 31 femelles restantes ont été élevées séparément sur disques de feuille.

A la première génération, les mâles (du type We⁺) sont tués dès qu'ils atteignent le stade R₃. On élève sur le même disque, les femelles vierges à phénotype « wild », issues d'une même mère, et on surveille l'éclosion des œufs qu'elles produisent par parthénogenèse arrhénotoque.

— Sur 28 disques, les larves ont toutes les yeux pigmentés, par conséquent, leurs mères avaient le génotype We⁺ We⁺, autrement dit 28 femelles sur 32 avaient été fécondées exclusivement par des mâles « wild ».

— Sur 3 disques, il est apparu des larves we en même temps que des larves du type « wild ». Les femelles vierges pondant sur ces disques, ont été immédiatement isolées, de façon à examiner la descendance de chacune d'elles : toutes ces femelles sans exception, ont donné des larves des 2 types, par conséquent étaient hétérozygotes, autrement dit 3 femelles sur 32 avaient été fécondées exclusivement par des mâles we.

Les 2 essais complémentaires confirment les résultats de l'expérience précédente, en ce sens que toutes les femelles de *T. neocaledonicus* n'ont été apparemment fécondées qu'une seule fois.

2.2.3. DÉTERMINATION DU NOMBRE DE FEMELLES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE FÉCONDÉES PAR UN SEUL MÂLE.

1^o Matériel et méthode.

— *Matériel* : souche Louisiane et souche génétiquement marquée qui en dérive.

— *Méthode* : un jeune mâle « white eye » (We), sorti de l'élevage un jour auparavant, est mis en présence d'une série de jeunes femelles « white eye »

(We We), pendant 2 jours de suite. Sitôt la copulation terminée, les jeunes femelles sont déposées au milieu d'un grand nombre de mâles « wild » (We^+). On examine ensuite la composition de la descendance femelle des jeunes femelles.

En pratique, on dispose de 2 disques de feuille de cotonnier avec, sur l'un, un seul mâle « white eye » isolé depuis sa sortie de l'élevage, et sur l'autre, 20 mâles « wild » également isolés depuis leur sortie. On dépose une jeune femelle vierge sur le premier disque, la fécondation se produit assez rapidement, on note l'heure de la fin de la copulation, et la jeune femelle est reprise pour être déposée au milieu des mâles « wild ». Après le second accouplement, la jeune femelle est transférée sur un disque isolé. Une seconde jeune femelle est alors accouplée de la même façon, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le mâle « white eye » testé, devienne apparemment indifférent à l'attractivité sexuelle des femelles. Vingt-quatre heures après le début de cette expérience, on recommence la même opération, en présentant au même mâle « white eye », une nouvelle série de jeunes femelles.

2° Résultats et discussion (tableau XXVII).

Nous avons testé de façon identique 4 mâles. Le nombre de femelles fécondées varie légèrement d'un mâle à l'autre et est généralement plus faible le second jour. Nous avons pu croiser, au maximum, 10 femelles avec le même mâle en 1 h 50 mn.

Sur les 59 jeunes femelles que nous avons élevées : 4 sont mortes sans avoir pondu, 42 avaient uniquement des filles « white eye », 4 uniquement des filles « wild » hétérozygotes, 9 enfin, avaient à la fois des filles du type « wild » et du type « white eye ».

L'analyse de la descendance d'une même femelle, fait apparaître pour la première fois, dans cette série d'essais, un mélange de femelles des deux types, ce qui prouve qu'il n'y a pas de « barrière » entraînant le blocage des spermatozoïdes à la suite du premier accouplement.

Comme chez *T. urticae*, les doubles fécondations apparaissent, soit accidentellement (femelle 2, du mâle III), soit par suite de l'épuisement du mâle « white eye » testé. Cet épuisement plus rapide et plus fréquent le second jour, peut conduire à l'inefficacité complète du premier accouplement.

Le nombre de femelles fécondées le premier et le second jour est du même ordre que chez *T. urticae*. On doit remarquer cependant que le nombre de succès du premier accouplement est plus élevé pour *T. neocaledonicus* (76,4 %) que pour *T. urticae* (55,6 %).

En réalité, les accouplements ne se produisent jamais à une telle fréquence, puisque dans une colonie de tétranyques, les mâles fécondent les femelles au fur et à mesure de leur sortie. Il y a souvent plusieurs mâles autour d'une même téliochrysalide.

Pour étudier les possibilités de doubles fécondations dans des conditions plus naturelles, nous avons effectué une quatrième expérience.

2.2.4. DÉTERMINATION DU TAUX NATUREL DE DOUBLES FÉCONDATIONS.

1° Matériel et méthode.

— *Matériel* : souche Louisiane et la souche génétiquement marquée qui en dérive.

Mâle I										Mâle II							
♀ n°	1 ^{er} jour				2 ^e jour				1 ^{er} jour				2 ^e jour				
	Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			
		We	We	We ⁺ We		We	We	We ⁺ We		We	We	We ⁺ We		We	We	We ⁺ We	
1	14 30	100		0	14 20	100		0	15 00	100		0	15 00	100		0	
2	15 00	100		0	14 30	100		0	15 10	100		0	15 20	100		0	
3	15 30	100		0	14 50	100		0	15 30	100		0	15 40	Sans ponte			
4	15 40	100		0	15 05	44		56	15 40	100		0	16 15	100		0	
5	15 50	100		0	15 30	100		0	15 45	100		0	16 20	33		67	
6	16 40	100		0	15 40	0		100	16 00	Sans ponte			16 45	20		80	
7	17 00	100		0					16 10	100		0					
8	17 10	100		0					16 40	100		0					

Mâle III										Mâle IV							
♀ n°	1 ^{er} jour				2 ^e jour				1 ^{er} jour				2 ^e jour				
	Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			Heure de copul.	% de ♀ en F ₁			
		We	We	We ⁺ We		We	We	We ⁺ We		We	We	We ⁺ We		We	We	We ⁺ We	
1	15 00	100		0	14 45	100		0	15 00	100		0	14 50	100		0	
2	15 20	23		77	15 00	6		94	15 20	100		0	15 00	100		0	
3	15 40	100		0	15 10	Sans ponte			15 40	Sans ponte			15 15	100		0	
4	16 05	100		0	15 15	100		0	15 55	100		0	15 35	100		0	
5	16 15	100		0	15 30	100		0	16 05	100		0	16 10	15		85	
6	17 20	0		100	15 40	0		100	16 15	100		0	17 05	33		67	
7					15 55	100		0	16 30	100		0	17 20	7		93	
8					17 15	0		100	16 40	36		64					
9									16 45	100		0					
10									16 50	100		0					

TABLEAU XXVII. — Test d'épuisement de 4 mâles « white eye » : étude de la descendance de jeunes femelles « white eye » (We We), présentées successivement à un mâle « white eye » (We) et à plusieurs mâles « wild » (We⁺).

— *Méthode* : de jeunes femelles « white eye », élevées en même temps qu'un nombre équivalent de femelles du type « wild » sont mises en présence de mâles « wild » et de mâles « white eye ». Les proportions de tétranyques des deux sexes correspondent à celles que l'on trouve normalement dans la nature. Les accouplements se produisent à une fréquence et dans un sens non imposés.

A partir d'un croisement : femelles « white eye » ($We We$) \times mâles « wild » (We^+), on obtient une F_1 composée de femelles hétérozygotes à phénotype « wild » ($We^+ We$) et de mâles parthénogénétiques « white eye » (We).

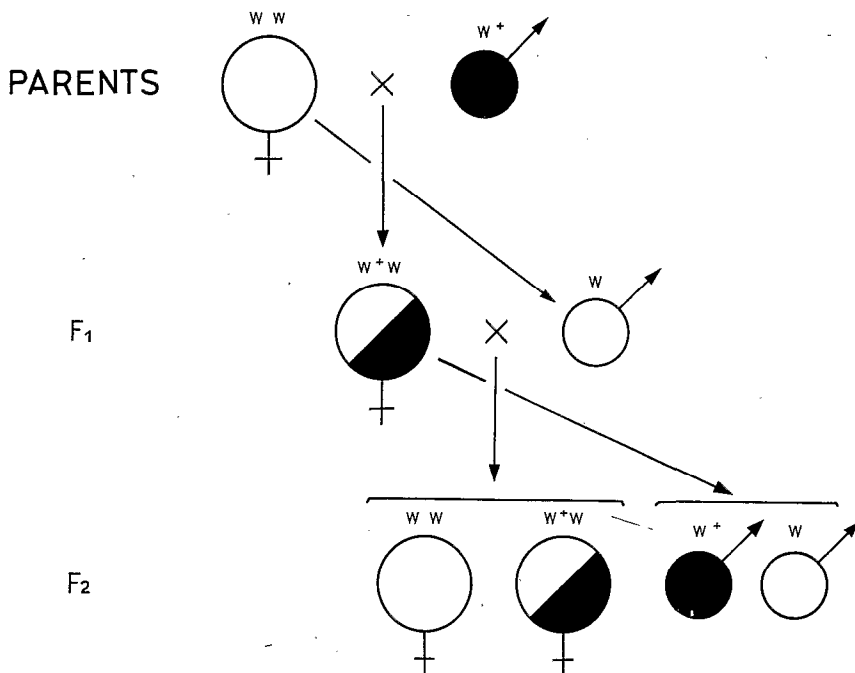


FIG. 18. — Composition des générations successives précédant la population (F_2) dont la descendance est analysée au cours de l'expérience 2.2.4.

La F_2 entraîne la ségrégation des caractères : nous obtenons des femelles « white eye » ($We We$) et des femelles « wild » ($We^+ We$), en même temps que des mâles « white eye » (We) et « wild » (We^+). Nous avons schématisé, figure 18, la composition des générations successives permettant d'obtenir cette F_2 , dont on étudie la descendance.

Pour la réalisation de ces opérations, on laisse pondre 40 femelles « white eye » fécondées au préalable par 20 mâles « wild », de façon à obtenir environ 300 œufs. On obtient ainsi 240 femelles « wild » ($We^+ We$) et 51 mâles « white eye » (We). Une ponte de moins de 24 h de ces femelles hétérozygotes nous permet d'obtenir environ 500 œufs. L'élevage groupé de ces œufs, nous donne, en même temps qu'un grand nombre de femelles, 52 mâles « wild » (We^+) et 54 mâles « white eye » (We). Quelques téliochrysalides femelles trop précoces ou trop tardives sont détruites. Deux jours après leur sortie, on prélève 100 femelles du type « white eye », que l'on élève chacune séparément sur un disque isolé de façon à étudier la composition de leur descendance.

2° Résultats et discussion (tableau XXVIII).

Sur les 100 femelles, 2 ont été perdues au cours des manipulations et 3 sont mortes sans avoir pondu. Les 95 femelles restantes ont déposé, en moyenne,

Composition de la descendance	Nombre obtenu	Femelles dont la descendance est étudiée		
		%	% théorique en cas de complète ségrégation	% théorique en cas de double insémination
Uniquement formée de ♀ We ⁺ We	42	44,2	49,1	24,1
Uniquement formée de ♀ We We	53	55,8	50,9	25,9
Combinaison de ♀ We ⁺ We et We We	0	0,0	0,0	50,0

TABLEAU XXVIII. — Composition de la descendance femelle, de femelles « white eye » (We We), fécondées par une population mâle comprenant à la fois des individus « white eye » (We) et des individus « wild » (We⁺).

40 œufs chacune et nous avons examiné les femelles obtenues à partir de ces œufs.

42 femelles n'ont que des filles hétérozygotes (We⁺ We) et 52 femelles uniquement des filles « white eye » (We We). Pour aucune femelle, nous n'avons observé le mélange des deux types de filles.

Dans le tableau XXVIII, nous avons comparé les pourcentages obtenus aux pourcentages théoriques, en cas de ségrégation complète et en cas de double insémination. Les valeurs obtenues permettent de constater que, dans les conditions de cet essai, nous avons eu complète ségrégation. Il apparaît également que les femelles « white eye » ont été fécondées indifféremment par des mâles « white eye » ou par des mâles « wild ».

Dans l'expérience similaire tentée sur *T. urticae*, quelques femelles avaient une descendance mixte (3 sur 97), si bien que 3,1 % des femelles avaient subi effectivement une double insémination, chiffre qui aurait pu atteindre la valeur de 49,6 % en cas de double insémination généralisée.

Les doubles fécondations ne sont pas, par conséquent, absolument impossibles chez *T. neocaledonicus*, mais le phénomène ne se produit pratiquement pas dans les conditions naturelles.

Si l'on veut résumer les résultats des 4 expériences précédentes, il apparaît que pour *T. neocaledonicus*, comme pour *T. urticae*, les pontes d'œufs fécondés débutent très rapidement après l'insémination (expérience 2.2.1). En outre, comme chez *T. urticae*, un seul mâle a la possibilité de féconder 5 à 10 femelles en un intervalle relativement bref, de 2 à 3 h (expérience 2.2.3).

Les expériences 2.2.2 et 2.2.4 montrent que les doubles fécondations ne se produisent pratiquement jamais chez *T. neocaledonicus*, alors que l'on peut en obtenir à un faible taux chez *T. urticae*.

3. CONCLUSIONS

Les croisements entre souches de *T. neocaledonicus* ont donné des femelles en F₁, dans l'un des deux sens au moins, contrairement à ceux qui ont été tentés avec *T. urticae*.

La très grande diversité entre les souches, décelée au chapitre précédent, est confirmée par les résultats des croisements entrepris : les F_2 et les F_3 aboutissent généralement à des impasses, par suite d'incompatibilités, de la stérilité des œufs hybrides ou de celle des femelles hybrides, ou encore de la stérilité des femelles de seconde génération.

Comme le suggérait HELLE (1965 b), à propos du complexe *T. urticae*, il est vraisemblable que cette différenciation entre les souches, est attribuable à l'haploïdie des mâles plutôt qu'à la brièveté des générations. Au lieu de créer de nouvelles espèces, nous avons également préféré employer le terme de complexe pour *T. neocaledonicus*. Il ne faudra pas oublier, par conséquent, que la validité des résultats obtenus, à la suite de ces études biologiques, est limitée aux seules souches utilisées.

L'analyse de la composition des générations issues de croisements entre souches, montre que l'abaissement de la longévité des femelles fécondées est davantage liée au taux des syngamies qui interviennent, qu'au nombre d'œufs déposés.

L'augmentation de la ponte, observée à la suite des accouplements est due à un phénomène indépendant du taux des syngamies, mais est en relation avec la copulation elle-même. L'accroissement de la ponte pourrait être induit à partir d'une certaine quantité de liqueur séminale ou encore à partir d'un certain degré de distension de la bourse copulatrice des femelles par exemple. On l'obtient toujours avec un seul mâle par jeune femelle, dans le cas d'individus de la même souche. Dès qu'il s'agit de mâles provenant d'espèces voisines ou seulement de souches différentes, nos expériences prouvent que la présence de plusieurs individus est en général nécessaire.

Les expériences tendant à comparer la physiologie de la reproduction de *T. neocaledonicus* à celle de *T. urticae*, aboutissent à des résultats très proches. Pour les deux espèces, les mâles peuvent féconder de façon décisive 5 à 10 femelles en quelques heures. Les doubles fécondations, déjà moins fréquentes que chez *T. urticae*, au cours des essais, ne se produisent probablement jamais dans les conditions naturelles chez *T. neocaledonicus*.

Les incompatibilités entre populations, comme celles qui surviennent entre la souche Tananarive *Ipomoea* et les autres souches testées, nous ont paru susceptibles d'être exploitées en lutte génétique *sensu stricto*, car les résultats des croisements rejoignent souvent les schémas présentés par HELLE (1969) dans sa proposition de lutte biologique contre *T. urticae*, au moyen de gènes incompatibles.

La facilité avec laquelle nous avons obtenu des mâles stériles, à la suite d'un traitement au rayon X, paraît tout aussi intéressante puisque, à partir de mâles à comportement normal, nous obtenons une F_1 composée uniquement de mâles et une très forte proportion d'œufs stériles.

CHAPITRE V

DIFFÉRENTS ASPECTS DES POSSIBILITÉS DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE T. NEOCALEDONICUS

Les recherches écologiques qui ont été entreprises et les précisions apportées sur la physiologie de la reproduction de *T. neocaledonicus*, peuvent servir de base à l'utilisation de quelques techniques de lutte contre ce ravageur des plantes cultivées. Nous avons eu l'occasion d'aborder certains aspects de la lutte chimique contre *T. neocaledonicus* (GUTIERREZ, 1967), et nous avons proposé une amélioration du calendrier des traitements sur cotonnier pour la région de Tuléar (GUTIERREZ, 1974 a); il est cependant certain que l'importance de cette pratique est appelée à s'atténuer au profit de méthodes plus élaborées relevant de la lutte biologique (DELATTRE, 1971).

On a recours à la lutte chimique lorsqu'on ne peut agir autrement, car les arguments contre son utilisation abondent. On a attribué aux insecticides des effets directs et indirects sur la physiologie des acarïens, tendant à favoriser leur pullulation (LÖCHER, 1958; CHABOUSSOU, 1969). Ces produits ont également une action désastreuse sur la faune des prédateurs. La manifestation de cas de résistance à de nombreux composés, et en particulier aux produits organo-phosphorés, est un phénomène fréquent chez plusieurs espèces de tétranyques. Le processus pourrait être considéré comme banal, s'il ne se produisait avec une rapidité foudroyante, due selon HELLE (1965 a et 1968), au mode de reproduction par parthénogenèse arrhénotoque.

Aucune résistance aux insecticides ou aux acaricides n'a été signalée jusqu'à présent, chez *T. neocaledonicus*, d'après la bibliographie, et toutes les souches malgaches testées se sont révélées sensibles (HELLE, communication personnelle); l'éventualité de telles apparitions n'est pourtant pas à exclure à brève échéance, dans la mesure où l'on effectuerait des traitements inconsidérés.

Nous nous sommes limités à deux aspects de la lutte biologique, que nous avons à peine effleurés lorsque l'on considère l'ampleur et la complexité des problèmes qui se posent sur le plan pratique : lutte par utilisation de prédateurs et lutte autocide.

1. LUTTE PAR UTILISATION DE PRÉDATEURS

Le taux d'accroissement élevé des populations de tétranyques peut contribuer à expliquer l'existence, dans la nature, d'un très grand nombre d'arthropodes prédateurs plus ou moins spécialisés. L'inventaire des prédateurs récoltés à

Madagascar et dans les îles voisines est loin d'être achevé, mais cette activité a déjà permis l'identification de plusieurs espèces nouvelles (BOURNIER, 1967 ; CHAZEAU, 1970, 1971 a et b ; BLOMMERS, 1973 et 1974 ; BLOMMERS et CHAZEAU, 1974).

HUFFAKER *et al.* (1969 et 1970) considèrent que plusieurs facteurs interviennent dans l'évaluation de la capacité prédatrice d'un organisme : le taux d'accroissement de sa population par rapport à celui de la proie, sa voracité, sa réaction à la densité de la proie, sa capacité de recherche et sa dispersion, sa spécialisation alimentaire et son aptitude à utiliser une nourriture de remplacement, enfin le stade auquel la proie est attaquée. Quelques uns de ces aspects ont été étudiés, au cours des travaux portant sur les prédateurs de *T. neocaledonicus* dont le rôle est apparu le plus évident à Madagascar (GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972 ; CHAZEAU, 1974 a et b ; CHAZEAU et GUTIERREZ, 1974 ; BLOMMERS et GUTIERREZ, 1975).

1.1. Les différents prédateurs.

1.1.1. ACARIENS.

1° *Phytoseiidae*.

Les représentants de la famille des *Phytoseiidae* Berlese (Mesostigmates) ont particulièrement retenu notre attention, car on les considère comme des agents essentiels de la régulation des populations d'acariens phytophages. Bien qu'un très grand nombre d'espèces puissent être élevées et se reproduisent avec une alimentation d'origine végétale à base de pollens, de mycéliums, de miellats ou avec d'autres petites proies, ils assurent en général, un excellent contrôle des populations de tétranyques à faible densité (HUFFAKER *et al.*, 1970).

Les espèces suivantes ont été, pour le moment identifiées à Madagascar :

— *Amblyseius largoensis* Muma, *Amblyseius rykei* Pritchard et Baker, *Iphiseius degenerans* (Berlese) (dét. ATHIAS-HENRIOT).

— *Amblyseius horrifer* Pritchard et Baker, *Iphyseius gongylus* Pritchard et Baker, *Phytoseius amba* Pritchard et Baker, *Phytoseius ferox* Pritchard et Baker, *Phytoseius intermedius* Evans et Macfarlane, *Typhlodromus cf. microbullatus* V. d. Merwe (dét. BLOMMERS et CHAZEAU).

— 15 espèces nouvelles ont été décrites :

Amblyseius aequidens Blommers

Amblyseius bibens Blommers

Amblyseius brevipes Blommers

Amblyseius ivoloinae Blommers

Amblyseius masiaka Blommers et Chazeau

Amblyseius ovaloides Blommers

Amblyseius parasundi Blommers

Amblyseius passiflorae Blommers

Amblyseius reptans Blommers

Amblyseius rotundus Blommers

Amblyseius tamatavensis Blommers
Amblyseius vazimba Blommers et Chazeau
Typhlodromus chazeau Blommers
Typhlodromus gutierrez Blommers
Typhlodromus scytinus Chazeau.

Les observations et les études entreprises sur ces *Phytoseiidae* nous ont donné un aperçu de la diversité de leur comportement.

Amblyseius largoensis et *Iphiseius degenerans*, répandus dans la région des plateaux centraux, paraissent assez voraces en laboratoire (BLOMMERS et CHAZEAU, comm. pers.).

Amblyseius bibens et *A. rotundus*, remarqués dans le sud-ouest de l'île, sont 2 prédateurs de *T. neocaledonicus*, en élevage, mais comme nous l'avons vu au chapitre II, en reprenant une étude de CHAZEAU et GUTIERREZ (1974), seul *A. bibens* intervient effectivement en cas de pullulation de la proie. *A. rotundus* qui nécessite une alimentation complémentaire, a des exigences écologiques différentes de celles de l'acarion et s'empêtre dans les toiles de ce dernier ; il se contente de dévorer les jeunes femelles colonisatrices.

A. masiaka, récolté dans le Sud-Ouest et l'Ouest, ainsi que *A. vazimba* prélevé dans le Sud-Ouest et l'Est, ont pu être élevés de façon satisfaisante avec une alimentation composée de la seule proie *T. neocaledonicus* (Blommers et Chazeau, 1974).

A. parasundi et *A. tamatavensis* de la région est, se nourrissent de plusieurs espèces de *Tetranychidae* ; le second qui est moins fréquent dans les zones cultivées, voit sa ponte augmenter lorsqu'on complète son alimentation avec du pollen. *A. ivoloine* et *A. reptans* se contentent de pollen et en élevage, refusent d'attaquer la plupart des tétranyques qui leur sont présentés, bien que *A. reptans* ait été vu dans la nature en train de se nourrir sur un *Oligonychus* sp. (BLOMMERS et GUTIERREZ, 1975).

2° Autres acarions.

Des acarions appartenant à 2 autres familles de Trombidiformes prédateurs : les *Stigmaeidae* Oudemans et les *Cheyletidae* Leach ont été récoltés mais n'ont pas encore été identifiés.

1.1.2. INSECTES.

1° Planipennes.

Nous avons remarqué des larves d'*Hemerobiidae* (espèce non encore identifiée) se nourrissant activement sur *T. neocaledonicus* à Tananarive. Des larves de *Chrysopidae* (espèce non encore identifiée) ont été également vues par BLOMMERS en 1971, sur des colonies de tétranyques dans la région de Tamatave.

Ces prédateurs non spécialisés peuvent consommer plus de 1 000 tétranyques par jour (FLESCNER, 1950), mais leur rareté rend leur intervention aléatoire.

2° Diptères.

Les larves de 2 espèces de *Cecidomyiidae* (non encore identifiées) ont été récoltées à Tananarive [sur *Sechium edule* (JACQ.) Sw.] et à Ihosy (sur *Grewia*

sp.) ; elles ont été nourries et élevées sur *T. neocaledonicus*, jusqu'à la sortie des adultes. Les larves très lentes ont un régime alimentaire certainement moins diversifié que celui des larves de Planipennes, mais leur rôle paraît tout à fait secondaire dans la régulation des populations d'acariens.

MOUTIA (1958) a signalé la présence, à Maurice, d'une cécidomyie prédatrice de tétranyques (*Feltiella* sp.), sur laquelle il a effectué quelques observations.

3° Coléoptères.

— *Staphylinidae*. Les espèces du genre *Oligota* sont des prédateurs spécialisés de tétranyques (McMURTRY *et al.*, 1970). Sur les hautes terres de Madagascar, on retrouve *Oligota flavicornis* Boisd. (dét. JARRIGE), espèce européenne importée. Dans l'Ouest et le Sud-Ouest, nous avons fréquemment observé *Oligota pallidicornis* Cameron (dét. JARRIGE) décrit de l'île Maurice et probablement originaire de la région malgache.

Les larves et les adultes de ces 2 staphylins attaquent tous les stades de développement de l'acarien ; comme l'a déjà remarqué COLLYER (1953), à propos de *O. flavicornis*, les stades actifs sont préférés aux œufs.

En Europe, les *Oligota* ne sont pas considérés comme des prédateurs très efficaces dans les vergers, mais l'accroissement de leur activité en pays tropical en fait certainement des auxiliaires plus intéressants.

— *Coccinellidae*. Plusieurs espèces de coccinelles prédatrices se nourrissent occasionnellement sur tétranyques, dans la nature : *Exochomus laeviusculus* Weise et *Sticholotis madagassa* Weise (MOUTIA, 1958 ; GUTIERREZ, 1967 ; CHAZEAU, ETIENNE et FURSCH, 1974).

Les représentants du genre *Stethorus* Weise, tous prédateurs spécialisés de *Tetranychidae*, ont davantage retenu notre attention.

Pour les larves et les adultes de ces *Coccinellidae*, les références à une autre alimentation sont exceptionnelles (KAPUR, 1948 ; PUTMAN, 1955 ; KAMIYA, 1959) et selon McMURTRY *et al.* (1970), aucune publication ne fait état de reproduction sur une autre proie que les tétranyques.

En Europe, *Stethorus punctillum* Weise est considéré par BRAVENBOER (1959), comme l'un des plus importants agents de régulation des populations de *Tetranychus urticae* en serre, mais c'est aussi un prédateur de *Panonychus ulmi* (COLLYER, 1953) ; il a été introduit en Amérique du Nord (PUTMAN, 1955). D'autres espèces sont souvent citées comme auxiliaires en lutte biologique, notamment : *Stethorus picipes* Casey et *Stethorus punctum* Leconte aux Etats-Unis, *Stethorus japonicus* Kamiya au Japon, *Stethorus gilvifrons* Mul-sant au Liban (ROBINSON, 1953 ; FLESHNER, 1958 ; TANAKA, 1966 ; DOSSE, 1967).

A Madagascar et dans les îles voisines, on a recensé 8 espèces de *Stethorus* décrites par SICARD (1909), KAPUR (1948), CHAZEAU (1971 a et b), et CHAZEAU, ETIENNE et FURSCH (1974).

Madagascar : *Stethorus cruralis* Sicard
Stethorus fuerschi Chazeau
Stethorus madecassus Chazeau
Stethorus minutissimus Sicard.

La Réunion : *Stethorus histrio* Chazeau, Etienne et Fursch.

Maurice : *Stethorus vinsoni* Kapur
 Comores : *Stethorus comoriensis* Chazeau
 Seychelles : *Stethorus comoriensis* Chazeau.

Deux autres espèces ont été introduites à Maurice vers 1950 : *Stethorus jejunus* Casey d'Afrique du Sud et *S. picipes* de Californie, mais semblent avoir disparu (CHAZEAU, 1971 a).

Sur les 4 espèces de la grande île actuellement connues, seul *S. madecassus* est présent dans la majeure partie des biotopes prospectés. *S. minutissimus* semble limité à la région de la Montagne d'Ambre (Province de Diégo-Suarez), tandis que *S. fuerschi* n'a été récolté que dans certaines zones côtières de l'Ouest (Province de Majunga), où il coexiste d'ailleurs avec *S. madecassus*. Quant à *S. cruralis*, un seul exemplaire femelle a été récolté par SICARD et nous n'en avons pas retrouvé (CHAZEAU, 1971 ; GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972).

A la Réunion, *S. histrio* présente une grande plasticité écologique, puisqu'il a été récolté aussi bien sur le littoral qu'à 2 500 m d'altitude (CHAZEAU, ETIENNE et FURSCH, 1974).

S. vinsoni est largement répandu dans toute l'île Maurice, nous l'avons prélevé sur des pullulations de *Tetranychus macfarlanei*, au Réduit et à Riambel en mai 1970. MOUTIA (1958) a amorcé l'étude de la biologie et de la voracité de cette espèce ; il affirme avoir obtenu la *sex ratio* habituelle, à partir de pontes de femelles vierges, mais son observation paraît inexacte et en contradiction avec les résultats obtenus pour d'autres espèces (PUTMAN, 1955 ; SCRIVEN et FLECHNER, 1960 ; GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972).

Nous avons trouvé *S. comoriensis* dans les quatre îles formant l'archipel des Comores (réc. CHAZEAU et GUTIERREZ). La même espèce vit également aux Seychelles, où nous l'avons récoltée sur *Rosa* sp., au jardin botanique de Victoria, le 19 avril 1972 (île de Mahé) et sur diverses cultures maraîchères près d'Amitié (île de Praslin), le 25 avril 1972 (dét. CHAZEAU).

4° Thysanoptères.

Nous avons remarqué la présence à Madagascar de 2 espèces du genre *Scolothrips* qui comprend apparemment des prédateurs spécialisés de tétranyques *Scolothrips hartwigi* Priesner (dét. A. BOURNIER) et *Scolothrips* sp.

Le premier, décrit à partir d'exemplaires d'Afrique du Sud est très répandu dans le sud et l'ouest de l'île ; l'identification du second n'a pu être poussée puisqu'il s'agissait d'un seul exemplaire femelle provenant de Mitsinjo (Province de Majunga).

D'autres thrips prédateurs ont été récoltés sur des populations de tétranyques : *Perisothrips brevicornis* Bournier sur *Eotetranychus savanae* Gutierrez, dans la région d'Ihosa, et *Dolicholepta* sp. (espèce non encore décrite) sur *T. neocaledonicus* à Betatao (Province de Tananarive).

5° Hyménoptères.

Formicidae : dans la région de Tuléar, il a été noté que de petites fourmis (espèce non identifiée) peuvent s'introduire dans les élevages et attaquer les tétranyques (CHAZEAU, 1974 b).

6° Hétéroptères.

Comme l'indiquent HUFFAKER *et al.* (1969), on voit sur les populations de tétranyques de nombreuses espèces d'Hétéroptères (*Anthocoridae* et *Miridae*) se nourrissant d'acariens, mais aussi d'autres petites proies : pucerons, thrips, pontes de Lépidoptères, etc...

Les adultes et les larves d'*Anthocoridae* sont considérés comme d'intéressants auxiliaires contre les *Tetranychidae* (IGLINSKY et RAINWATER, 1950 ; COLLYER, 1953).

A Madagascar, l'examen des seules récoltes effectuées sur les hautes terres, a permis de distinguer : 2 espèces du genre *Orius*, une espèce du genre *Cardiastethus* et un nouveau genre d'*Anthocorini* (dét. CARAYON).

1.2. Etude particulière sur *Stethorus madecassus* (Coccinellidae).

Nous avons vu, au chapitre II, que des travaux de CHAZEAU et GUTIERREZ (1974), avaient permis de suivre pendant plusieurs mois, l'évolution de populations de *S. madecassus* et de celles de sa proie dans un champ de manioc. Des essais analytiques ont également été entrepris de façon à préciser la capacité prédatrice de cette coccinelle spécialisée. Les taux d'accroissement des populations de la proie et du prédateur ont été comparés en laboratoire (GUTIERREZ et CHAZEAU, 1972) et dans les conditions extérieures (CHAZEAU, 1974 b).

La voracité des différents stades de développement a été déterminée pour plusieurs températures (CHAZEAU, 1974 a).

Nous ne reprendrons seulement que quelques indications d'ordre écologique concernant ce *Stethorus*, ainsi que l'étude des caractéristiques de la dynamique des populations en serre.

1.2.1. NOTES ÉCOLOGIQUES.

S. madecassus attaque essentiellement *T. neocaledonicus* ; d'autres *Tetranychidae* peuvent cependant lui servir de proie : *Oligonychus coffeae* Nietner, *Eutetranychus sambiranensis*. Gutierrez et Helle, *Eutetranychus eliei* Gutierrez et Helle. On le rencontre sur de fortes concentrations d'acariens, mais il faut reconnaître qu'il est aussi plus facile à repérer et à capturer lorsque le nombre d'individus est lui même plus élevé.

L'aire de répartition de ce *Stethorus* recouvre tout Madagascar. Nous avons effectué des prélèvements dans chacun des grands étages climatiques de l'île, donc dans des régions dont la température moyenne annuelle varie de 18,8 °C (Tananarive, où le minimum absolu est de 0,7 °C) à 27,5 °C (Miandrivazo, où le maximum absolu est de 41,3 °C). La pluviométrie peut atteindre 4 000 mm, comme à Maroantsetra ou descendre à 350 mm, comme à Tuléar.

— Etage humide : Maroantsetra, alt. 10 m (décembre 1969).

Tamatave, alt. 10 m (août 1972).

— Etage sub-humide :

— sous étage frais : Tananarive, alt. 1 250 m (observations continues en 1968 et 1969),

— sous étage chaud : Ambanja, alt. 20 m (septembre 1969).

- Etage sec : Diégo-Suarez, alt. 50 m (décembre 1969 et mai 1971).
Katsepy, alt. 10 m (août 1969).
Miandrivazo, alt. 70 m (juillet 1968, octobre 1973).
Morondava, alt. 10 m (avril 1971).
Tsaramandroso, alt. 80 m (août 1969).
- Etage sub-aride : Ihosy, alt. 800 m (avril 1968 et octobre 1969).
Tuléar, alt. 10 m (observations continues en 1971 et 1972).

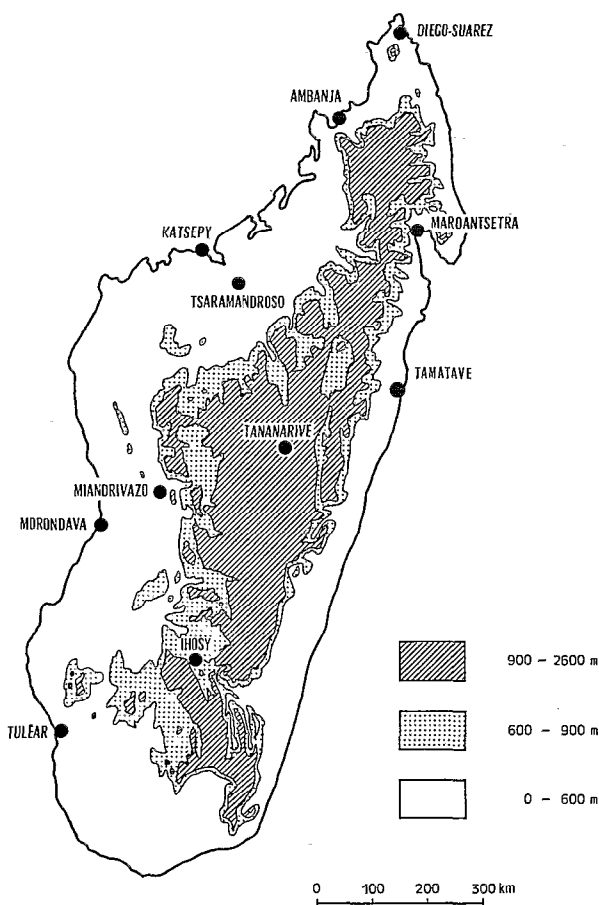


FIG. 19. — Lieux de récolte de *Stethorus madecassus*, cités dans le texte.

Dans les régions correspondant à chaque étage, *S. madecassus* a été retrouvé dans les biotopes les plus divers, aussi bien dans les zones cultivées (plantations de cotonniers, d'arachides, de maniocs, jardins potagers), qu'en milieu naturel (savane à espèces ligneuses ou à palmiers, lisières de forêts). Il semble présent dans ces milieux tout au long de l'année et les disparitions locales constatées sont liées à l'absence momentanée de proies plutôt qu'à tout autre facteur. Nous n'avons pas observé de diapause, ni sur le terrain, ni au laboratoire.

Les cycles se succèdent, sans interruption toute l'année ; la vie préimaginale comprend 6 stades : œuf, 4 stades larvaires de durée inégale L_1 à L_4 , et un stade nymphal précédé d'une période prénymphale plus ou moins longue. Les œufs sont déposés en groupe ou dispersés, à la surface des feuilles ou sur les toiles de la proie, en général sur les points de concentration des tétranyques.

Outre l'absence de proies, les facteurs naturels de limitation des populations de *Stethorus* semblent peu nombreux. En élevage, nous avons constaté quelques cas de cannibalisme : destruction d'œufs par les larves et les adultes ou même attaque de jeunes stades larvaires L_1 et L_2 par les larves âgées L_4 . Le phénomène est très limité et ne se produit pas lorsque des conditions alimentaires satisfaisantes sont assurées. En milieu naturel, nous avons observé l'attaque des larves du stade L_4 par des larves âgées d'*Exochomus laevisculus*, lors d'une infestation simultanée par *T. neocaledonicus* et par des pucerons, sur *Sechium edule* (Cucurbitaceae).

Nous avons eu l'occasion de relever un cas de parasitisme par un nématode *Mermithidae* chez un adulte récolté à Tananarive (février 1970). L'identification du parasite n'a malheureusement pas pu être établie car nous n'avions qu'un jeune stade larvaire impossible à élever.

1.2.2. COMPARAISON DES TAUX INTRINSÈQUES D'ACCROISSEMENT DES POPULATIONS DE LA PROIE ET DU PRÉDATEUR.

Cette comparaison a été effectuée dans une serre dont les conditions simulent le climat de la saison chaude dans l'ouest de Madagascar. Nous avons dressé les tables de vie de *T. neocaledonicus* et de *S. madecassus*, ce qui nous a permis d'obtenir leur potentiel net de reproduction et leur taux intrinsèque d'accroissement de population par individu et par jour.

1° Matériel et techniques.

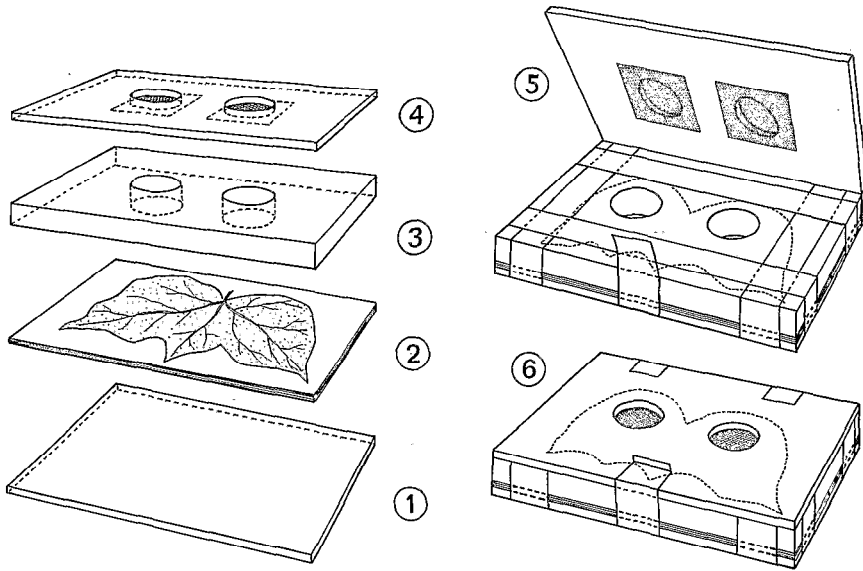
— La souche de *T. neocaledonicus* provient d'Ihosa, celle de *S. madecassus* a été prélevée sur des populations de *T. neocaledonicus*, vivant également sur *Gossypium hirsutum* L., à Tsaramandroso (Province de Majunga).

— Les élevages ont été réalisés dans des logettes en plexiglas ou dans des boîtes en matière plastique ouvertes aux influences extérieures, et disposées à l'abri du soleil dans une serre semi-climatisée. L'enregistrement de la figure 3 (Chap. I) indique les variations de la température et de l'hygrométrie sous cet abri, au moment de l'essai.

— Les tétranyques testés ont été élevés selon la technique des logettes de plexiglas, décrite au chapitre I (3.1.2).

— Pour l'élevage des larves de *Stethorus*, nous avons utilisé des logettes cylindriques de 25 mm de diamètre et de 10 mm de hauteur, aménagées dans des plaques de plexiglas de 150 × 100 mm.

Le montage détaillé de ces logettes est schématisé planche XXVI. Une feuille de cotonnier repose sur 20 épaisseurs de papier filtre imbibé d'eau, l'ensemble étant pris entre 2 plaques de plexiglas de 150 × 100 mm. La plaque inférieure a 3 mm d'épaisseur. Dans la plaque supérieure, qui a 10 mm d'épaisseur, 2 cylindres de 25 mm de diamètre ont été forés et constituent le volume utile de 2 logettes séparées. Par dessus cette plaque, un abattant en plexiglas



Pl. XXVI. — Technique d'élevage des larves de *S. madecassus* : 1, plaque de plexiglas pleine ; 2) 20 épaisseurs de papier filtre et feuille de cotonnier ; 3) plaque de plexiglas perforée (150, 100, 10 mm) ; 4) plaque de plexiglas portant les obturateurs ; 5) ensemble monté ouvert ; 6) ensemble monté fermé.

perforé comme la plaque maîtresse, porte des obturateurs en soie à blutter, pour assurer la fermeture et l'aération des logettes. Sur le fond d'une logette, constitué par la face supérieure de la feuille de cotonnier, on dépose 20 femelles de tétranyques, et 48 h après, une jeune L_1 de *Stethorus*. Cette opération permet l'installation convenable des tétranyques avant l'intervention du prédateur. Celui-ci trouvera à sa portée des adultes nourris convenablement, ainsi que des œufs frais.

Il est indispensable de veiller, non seulement à ce que les larves disposent de tétranyques en nombre suffisant, mais aussi ce que ces proies soient elles-mêmes nourries sur un végétal frais. Nous nous sommes aperçus, au cours d'essais préliminaires, que ce facteur alimentaire était déterminant pour le développement des larves. Dès que la population proie commence à se raréfier, on dépose d'autres tétranyques dans la logette. Les feuilles sont remplacées toutes les semaines, comme pour les logettes servant aux élevages de tétranyques seuls.

L'élevage des adultes de *Stethorus*, en vue d'étudier leur longévité et leur fécondité, a été conduit dans des boîtes cylindriques en matière plastique de 50 mm de diamètre et de 20 mm de hauteur. Ces boîtes, offrant un volume presque 8 fois supérieur à celui des logettes utilisées pour les larves, sont aérées par un orifice grillagé de 20 mm de diamètre percé dans le couvercle. Le fond de la cellule est matelassé d'une couche de papier filtre humide de 1,5 mm d'épaisseur, sur laquelle repose une rondelle de feuille de cotonnier, face supérieure vers le haut.

L'utilisation de cette technique a été décidée lorsque nous avons observé un cannibalisme des adultes aux dépens des œufs lors des élevages en logettes, le comportement a été attribué à l'exiguïté des logettes, puisque dans les deux cas, le même nombre de proies était disponible. Il est possible qu'en diminuant le volume, on augmente la probabilité de rencontre, ou que l'on renforce un comportement anormal dû à la captivité.

L'élevage en logettes présente l'avantage de faciliter l'observation des larves et de conserver les feuilles dans un excellent état de fraîcheur : le système assure également le maintien d'une hygrométrie voisine de celle qui règne à l'extérieur, alors que dans les boîtes, du fait de la présence de papier filtre imbibé d'eau, l'hygrométrie est en permanence plus élevée.

2° Table de vie de *T. neocaledonicus*, dans les conditions de l'essai.

— *Méthode*. La durée des stades de développement a été déterminée en utilisant 22 jeux de plaques de plexiglas, correspondant à 132 logettes dans chacune desquelles on suit l'évolution d'un œuf et de la larve qui en est issue.

La longévité et la fécondité des femelles ont été étudiées en élevant 50 couples isolés. Chaque jour à heure fixe, on déplace le couple vers une nouvelle logette et on élève la descendance jusqu'à ce qu'on puisse en définir le sexe. On obtient de cette façon dans la ponte de chaque jour, le nombre d'œufs destinés à donner des femelles.

— *Résultats*. La durée de développement des femelles, déterminée sur 88 individus a été de $8,3 \pm 0,1$ jours, celle des mâles déterminée sur 27 individus de $7,7 \pm 0,2$ jours (intervalle de confiance des moyennes à 5 %). Au cours de cet élevage, la mortalité des stades préimaginaux s'est élevée à 13 %.

Age en jours	% de ♀ survi- vantes	Nb're d'œufs ♀ par ♀ et par jour	Valeurs provisoires de r_m		
			$r_m = 0,27$		$r_m = 0,28$
X	l_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{6-r_m \cdot X}$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{6-r_m \cdot X}$
0-9	1,00	0,00	0,00		
10	1,00	1,35	1,35	36,60	33,12
11	1,00	4,65	4,65	96,26	86,21
12	1,00	5,90	5,90	93,22	82,66
13	1,00	5,56	5,56	67,05	58,88
14	1,00	4,98	4,98	45,87	39,84
15	0,96	4,35	4,18	29,39	25,29
16	0,92	3,84	3,53	18,96	16,13
17	0,85	3,41	2,90	11,89	10,03
18	0,67	2,69	1,80	5,63	4,70
19	0,50	1,96	0,98	2,34	1,93
20	0,33	2,19	0,72	1,31	1,07
21	0,25	1,58	0,40	0,56	0,45
22	0,19	1,22	0,23	0,24	0,20
23	0,15	0,71	0,11	0,09	0,07
24	0,06	1,33	0,08	0,05	0,04
25	0,06	0,67	0,04	0,02	0,01
26	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,04	1,00	0,04	0,01	0,01
28	0,04	0,00	0,00		
29	0,04	0,00	0,00		
30	0,00	0,00	0,00		
$\Sigma l_x \cdot m_x = R_0 = 37,45$			$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{6-r_m \cdot X} = 409,49$	$\Sigma l_x \cdot m_x \cdot e^{6-r_m \cdot X} = 360,64$	

TABLEAU XXIX. — Table de vie de *T. neocaledonicus* et calcul du taux d'accroissement de la population dans les conditions de l'essai (nombre de femelles étudiées $N = 48$).

La ponte moyenne totale par femelle a été de 52,6 œufs. Le tableau XXIX fournit la table de vie du tétranyque, dressée dans les conditions de l'expérience. La valeur m_x correspond au nombre de femelles effectivement obtenues, puisque dans cet essai particulier, tous les œufs ont été conservés et toutes les larves élevées. A la différence des tables de vie précédentes, m_x intègre en plus du coefficient lié à la *sex ratio*, le taux de mortalité des stades préimaginaux.

Le taux de multiplication de la population en une génération ($R_0 = 37,45$) sert de base au calcul de r_m .

Par interpolation linéaire, on obtient $r_m = 0,271$, par conséquent

$$\lambda = e^{r_m} = 1,31 \quad \text{et} \quad T = \frac{\log_e R_0}{r_m} = 13,4 \text{ jours.}$$

3° Table de vie de *S. madecassus* dans les conditions de l'essai.

— *Méthode.* Etant donné la plus grande complexité des opérations, mais surtout l'irrégularité des pontes et leur faiblesse relative, nous n'avons pas pu procéder de la même façon que pour les tétranyques. L'étude a dû être étalée dans le temps.

Pour déterminer la durée de développement des différents stades larvaires,

les œufs sont prélevés dans des boîtes servant de pondoir, contenant des couples d'adultes et déposés isolément dans les logettes de plexiglas. Etant donné que les observations et les notations sont effectuées toutes les six heures, les œufs sont datés à six heures près.

Pour étudier la longévité et la fécondité des femelles, on introduit dans chaque boîte en matière plastique : un mâle et une femelle, 24 h après la mue imaginale. La proie est apportée sur des fragments de feuilles de cotonnier fortement infestées de *T. neocaledonicus*. Les observations sont, dans ce cas, effectuées toutes les 24 h. Les œufs sont séparés des adultes que l'on déplace vers une nouvelle boîte pondoir. Le papier est réimbibé d'eau tous les 2 jours environ. Lorsqu'un mâle meurt, il est remplacé aussitôt. Les œufs sont conservés dans les pondoirs jusqu'à l'éclosion et les larves qui en sortent sont élevées dans des logettes jusqu'au stade adulte, de façon à déterminer la *sex ratio* de la descendance.

— *Résultats.* Peu actives, les larves du premier stade sont fragiles. La proximité d'une nourriture abondante (œufs ou larves de tétranyques) est indispensable à leur survie, car elles sont latentes et paraissent gênées par les toiles de l'acarien. La rapidité relative des larves des 2^e, 3^e et 4^e stade et leur robustesse, leur permet de se nourrir de nymphes et d'adultes de tétranyques. Leur voracité s'accroît considérablement avec l'âge.

Au cours d'essais effectués à une température constante de 25 °C liée à une hygrométrie constante de 60 %, CHAZEAU (1974 a) a pu déterminer que sur les 500 œufs de tétranyques dévorés par une larve de cette coccinelle au cours de tous les stades préimaginaux, plus de la moitié est consommée au stade L_4 . Le dernier stade, à lui seul, peut détruire 250 à 300 œufs ou tuer 45 femelles de tétranyques, en 2 jours de vie active.

La durée de l'ensemble des stades préimaginaux est de $11,7 \pm 0,2$ jours pour l'ensemble des 101 larves étudiées (50 femelles et 51 mâles). Contrairement à ce qui s'est produit pour les tétranyques, mâles et femelles semblent avoir la même durée de développement. La durée moyenne des différents stades est de 3,1 jours pour les œufs, 1,3 jour pour les L_1 , 1,0 jour pour les L_2 , 1,0 jour pour les L_3 , 2,3 jours pour les L_4 et 3,0 jours pour les nymphes.

Les pertes ont été relativement importantes, de l'ordre de 32 %, malgré tous les soins apportés à cet élevage : pertes dues aux évasions, mais surtout à une mortalité qui n'a pu être expliquée. La dissection et l'examen microscopique des tissus des larves mortes n'ont rien révélé. Il est possible pourtant que cette mortalité soit, en partie, due aux conditions physiques ambiantes, encore qu'il ne faille pas écarter l'hypothèse d'une consanguinité trop élevée, le renouvellement de la souche en cours d'expérience nous ayant permis de diminuer le pourcentage des pertes.

Les larves élevées jusqu'au stade adulte, ont donné 50,4 % de mâles et 49,6 % de femelles. Comme la composition des pontes quotidiennes des femelles, au cours de leur vie, comprend également autant de mâles que de femelles, nous avons estimé que la *sex ratio* était de 50 %, tout au long de la ponte ($m_x = 0,50.n_x$). N'ayant pas pu préciser exactement l'origine de la mortalité larvaire, nous avons décidé de ne pas tenir compte de ce facteur dans l'établissement de la table de vie de *S. madecassus* (tableau XXX).

La table de vie donne la longévité des femelles pondeuses et fournit le taux de multiplication de la population en une génération, $R_0 = 51,57$.

Procédant de la même façon que pour *T. neocaledonicus*, nous obtenons $r_m = 0,137$. Nous avons alors

$$\lambda = e^{r_m} = 1,15 \quad \text{et} \quad T = \frac{\log_e R_0}{r_m} = 28,8 \text{ jours}.$$

4° Discussion.

Les résultats obtenus, au cours de ces essais, pour *T. neocaledonicus* élevé à une température moyenne de 30 °C et à une hygrométrie moyenne de 60 %, concordent comme nous l'avons vu (Chap. III, 1.2.2.3) avec ceux que fournit la même technique d'élevage, à une température constante de 30 °C liée à une hygrométrie de 50 %. La légère augmentation de r_m peut être attribuée à l'alternance des températures, mais aussi au renouvellement constant de l'alimentation des adultes, du fait des changements quotidiens de logette.

Les conditions de l'abri ne correspondant pas à la combinaison température-hygrométrie la plus favorable au tétranyque, nous pouvions supposer que la valeur de r_m pour *S. madecassus* était susceptible de dépasser 0,137. CHAZEAU (1974 b) a effectivement remarqué qu'à Tuléar, à une température moyenne de 25 °C avec une hygrométrie de l'ordre de 78 %, R_0 doublait pratiquement et que le taux d'accroissement des populations de *Stethorus* atteignait 0,155.

Nous ne disposons pas d'éléments de comparaison précis avec d'autres *Stethorus*, mais la durée de l'ensemble des stades préimaginaux de *S. madecassus* paraît plus brève que celle de *S. punctillum*, étudié par PUTMAN en 1955 (GUTIERREZ & CHAZEAU, 1972). 50 % des femelles de *S. madecassus* meurent pendant les 2 premiers mois et celles qui vivent le plus longtemps ne dépassent pas 4 mois. Cette coccinelle a d'ailleurs une activité permanente, alors que *S. punctillum* dont la longévité dépasse fréquemment l'année, présente une diapause hivernale de plusieurs mois.

La comparaison des valeurs de r_m de la proie ($r_m = 0,271$) et du prédateur ($r_m = 0,137$), montre que *T. neocaledonicus* a un taux d'accroissement des populations 2 fois plus élevé que celui de *S. madecassus*, dans les conditions de l'essai. LAING (1968 et 1969) avait trouvé un r_m de 0,143 pour *T. urticae* et de 0,219 pour *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (*Phytoseiidae*); comme le remarquent cependant HUFFAKER *et al.* (1970), il n'est pas indispensable que le prédateur ait un taux d'accroissement supérieur à celui de la proie, pour assurer son contrôle. Ce taux ne constitue que l'un des facteurs permettant de juger de l'activité prédatrice d'une espèce, en outre sa valeur évolue de façon très différente selon les animaux, lorsque les conditions se modifient.

On a noté que *P. persimilis* est moins efficace à l'égard de *T. urticae*, à très basse température (communication personnelle de CHANT, *in* HUFFAKER *et al.* 1970), et que ces deux acariens ne réagissent pas de la même façon lorsque l'hygrométrie varie (MORI et CHANT, 1966).

S. madecassus semble avoir les mêmes exigences écologiques que sa proie (Chap. II, 3) et les autres éléments permettant d'estimer sa valeur prédatrice soulignent, en tout état de cause, l'intérêt de cette espèce.

Age en jours	% de ♀ survi- vantes	Nbre d'œufs ♀ par ♀ et par jour	Valeurs provisoires de r_m		
			$r_m = 0,13$		$r_m = 0,14$
X	l_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot X}$	$l_x \cdot m_x \cdot e^{5-r_m \cdot X}$
0-16	1,00	0,00	0,00		
17	1,00	1,30	1,30	21,16	17,86
18	1,00	1,13	1,13	16,16	13,49
19	1,00	1,30	1,30	16,31	13,49
20	1,00	1,30	1,30	14,33	11,74
21	1,00	1,56	1,56	15,10	12,25
22	1,00	1,83	1,83	15,56	12,48
23	1,00	1,33	1,33	9,92	7,89
24	1,00	1,23	1,23	8,06	6,35
25	1,00	1,60	1,60	9,20	7,17
26	1,00	1,67	1,67	8,43	6,51
27	1,00	1,17	1,17	5,19	3,97
28	1,00	1,47	1,47	5,73	2,85
29	1,00	1,13	1,13	3,86	2,89
30	1,00	1,30	1,30	3,90	2,90
31	1,00	1,60	1,60	4,22	3,09
32	0,93	2,00	1,86	4,32	3,12
33	0,93	0,96	0,89	1,81	1,30
34	0,93	1,07	1,00	1,79	1,27
35	0,93	1,32	1,23	1,93	1,37
36	0,93	1,36	1,26	1,74	1,21
37	0,93	0,79	0,73	0,88	0,61
38	0,93	1,54	1,43	1,52	1,04
39	0,87	1,08	0,94	0,87	0,59
40	0,87	1,15	1,00	0,82	0,55
41	0,87	0,81	0,70	0,50	0,34
42	0,80	0,83	0,66	0,42	0,27
43	0,73	1,27	0,92	0,51	0,33
44	0,73	0,45	0,33	0,16	0,10
45	0,73	1,32	0,96	0,41	0,26
46	0,73	1,05	0,77	0,29	0,18
47	0,73	0,55	0,40	0,13	0,08
48	0,73	0,91	0,66	0,19	0,12
49	0,73	0,91	0,66	0,17	0,11
50	0,73	0,59	0,43	0,09	0,06
51	0,73	1,00	0,73	0,15	0,09
52	0,67	1,00	0,67	0,12	0,07
53	0,67	1,05	0,70	0,11	0,06
54	0,67	1,15	0,77	0,10	0,06
55	0,67	1,25	0,84	0,10	0,06
56	0,67	0,50	0,34	0,03	0,02
57	0,67	0,55	0,37	0,03	0,02
58	0,67	0,95	0,64	0,05	0,03
59	0,67	0,80	0,54	0,04	0,02
60	0,60	0,11	0,07	0,04	0,00
61	0,60	0,94	0,56	0,03	0,02
62	0,60	0,67	0,40	0,02	0,01
63	0,60	0,61	0,37	0,01	0,01
64	0,53	0,63	0,33	0,01	0,01
65	0,47	0,21	0,10	0,00	0,00
66	0,47	0,50	0,24	0,01	0,00
67	0,47	0,79	0,37	0,01	0,00

68	0,47	1,07	0,50	0,01	0,01
69	0,47	1,20	0,56	0,01	0,01
70	0,47	1,00	0,47	0,01	0,00
71	0,47	0,71	0,33	0,00	0,00
72	0,47	0,93	0,44	0,00	0,00
73	0,47	0,86	0,40		
74	0,40	0,33	0,13		
75	0,40	0,92	0,37		
76	0,40	1,00	0,40		
77	0,40	0,17	0,07		
78	0,40	0,17	0,07		
79	0,40	0,42	0,17		
80	0,40	0,42	0,17		
81	0,33	0,40	0,13		
82	0,33	0,20	0,07		
83	0,33	0,90	0,30		
84	0,27	0,13	0,04		
85	0,27	0,13	0,04		
86	0,27	0,63	0,17		
87	0,27	1,00	0,27		
88	0,27	1,00	0,27		
89	0,27	0,63	0,17		
90	0,27	0,88	0,24		
91	0,27	0,00	0,00		
92	0,27	0,00			
93	0,27	0,00			
94	0,20	0,00			
95	0,13	0,00			
96	0,13	0,00			
—	—	—			
—	—	—			
101	0,13	0,00			
102	0,07	0,00			
103	0,07	0,00			
—	—	—			
—	—	—			
113	0,07	0,00			
114	0,00	0,00			
<hr/>					
$\Sigma l_x \cdot m_x = R_0 = 51,57$			$\Sigma l_x \cdot m_x e^{5-r_m \cdot X} = 176,57$	$\Sigma l_x \cdot m_x e^{5-r_m \cdot X} = 138,34$	
<hr/>					

TABLEAU XXX. — Table de vie de *S. madecassus* et calcul du taux réel d'accroissement de la population dans les conditions de l'essai, en supposant une mortalité nulle pendant le développement des stades préimaginaux (nombre de femelles étudiées $N = 15$).

CHAZEAU (1974, a et b) a étudié la consommation quotidienne des adultes et a pu démontrer qu'il existe une forte corrélation positive entre le nombre de proies dévorées et la fécondité. A une température constante de 25 °C, une femelle fécondée de *S. madecassus* consomme, en moyenne, 31,5 femelles de tétranyques par jour, pendant toute la durée de sa vie, tandis qu'un mâle se contente de 14,8 individus. Une jeune femelle fécondée peut consommer jusqu'à 92 femelles de tétranyques, par jour, à 25 °C et 168 à 30 °C. A la suite d'une comparaison, effectuée d'après la bibliographie, cet auteur parvient à la conclusion que la voracité des larves de *S. madecassus* semble inférieure à celle des larves des autres espèces du genre *Stethorus*, tandis que celle des

adultes est tout à fait semblable. La voracité des adultes marquerait un fléchissement au-dessous de 25 °C, mais s'élèverait considérablement au-dessus de cette température.

Comme tous les *Stethorus*, cette coccinelle détecte rapidement les tétranyques (COLBURN et ASQUITH, 1970) et les adultes ailés assurent une excellente dispersion. Sa spécialisation alimentaire enfin, quoique limitée à la famille des *Tetranychidae*, lui permet de survivre éventuellement sur d'autres proies.

2. LUTTE AUTOCIDE

Les incompatibilités entre souches de *T. neocaledonicus*, signalées au chapitre précédent, et la facilité avec laquelle les mâles sont stérilisés, tout en conservant un comportement normal, nous ont conduit à effectuer quelques expériences de laboratoire sur les possibilités d'utilisation des méthodes de lutte autocide (GUTIERREZ, 1973).

Le terme lutte « autocide » (FERON, 1963) englobe toutes les méthodes de lutte génétique (« genetic control » des Anglo-Saxons), que les incompatibilités soient induites ou naturelles. Deux techniques tendant à aboutir au même résultat ont été testées sur *T. neocaledonicus* : lutte par utilisation de mâles stériles et lutte par utilisation de mâles incompatibles ou lutte génétique *sensu stricto*. Depuis ces essais, une autre méthode a encore été proposée pour *T. urticae* par OVERMEER et VAN ZON (1973), à partir des travaux de VAN ZON et OVERMEER (1972). Au lieu d'utiliser les incompatibilités naturelles entre souches, ces auteurs ont créé des races incompatibles, en traitant à faibles doses de rayons X, des mâles de la souche à atteindre.

2.1. Lutte par utilisation de mâles stériles.

La stérilisation des mâles de tétranyques peut être obtenue par irradiation aux rayons X ou aux rayons γ .

Un seul essai de stérilisation aux rayons X, à la dose de 41 Kr a été tenté (Chap. IV, 2.1).

Un certain nombre d'irradiations à diverses doses de rayons γ ont été déjà réalisées par HENNEBERRY (1964) puis par NELSON et STAFFORD (1972) pour *T. urticae*, par BEAVERS *et al.* (1971) pour *Panonychus citri* et par WAKID *et al.* (1972 a et b) pour *Tetranychus arabicus* Attiah. Ayant eu la possibilité d'utiliser la bombe au cobalt 60, du Laboratoire des radio-isotopes de l'Université de Tananarive, nous avons étudié la composition de la descendance des populations dont les mâles avaient été irradiés à différents niveaux.

La compétitivité des mâles irradiés vis-à-vis des mâles normaux, élément essentiel en lutte autocide, a été ensuite évaluée en introduisant des mâles irradiés dans une population non traitée.

2.1.1. IRRADIATION DE MALES AUX RAYONS γ .

1° Matériel et méthode.

— *Matériel* : souche Louisiane et la souche marquée qui en dérive.

— *Méthode* : 80 jeunes femelles « white eye », élevées sur un disque isolé,

sont fécondées par 20 mâles « wild » préalablement irradiés. Le nombre de mâles a été choisi de façon à respecter la *sex ratio* des colonies de l'espèce dans la nature. Pour l'irradiation elle-même, de jeunes mâles, âgés d'un jour, sont exposés à une source radioactive de cobalt 60, débitant 1 500 r/mn.

Tenant compte des résultats obtenus par HENNEBERRY et par BEAVERS *et al.*, dont nous avons eu seule connaissance au moment de ces essais, nous n'avons employé que les doses de 27, 31, 37 et 41 Kr.

Mâles et femelles sont déplacés, tous les jours, sur un nouveau disque, les œufs sont comptés et élevés, de façon à analyser la composition de la descendance. Le fait d'avoir utilisé des mâles du type « wild » et des femelles « white eye », permet de distinguer, dès leur naissance, les larves destinées à donner des mâles, de celles qui donneront des femelles : les mâles sont tous du type « white eye » (We), tandis que les femelles sont toutes hétérozygotes (We⁺ We), et ont le phénotype « wild ».

2° Résultats et discussion (tableau XXXI).

Les femelles ont pondu, en moyenne, un peu plus d'une trentaine d'œufs chacune et, apparemment, le taux d'irradiation n'a pas eu d'influence sur la quantité d'œufs déposés. On peut en tirer immédiatement la conclusion que les femelles ont été fécondées, dans tous les essais.

A 27 Kr, la F_1 comporte encore quelques femelles (10,4 %) et une proportion de mâles, à peine supérieure à la normale (25,6 %), tandis que nous obtenons un très fort pourcentage d'œufs non viables (64,0 %).

Parents			F_1		
80 ♀ We We	×	20 ♂ We ⁺	Total des œufs déposés	Composition en %	
Dose d'irradiation des ♂				♀ We ⁺ We	♂ We œufs non viables
0 Kr.			2 524	76,4	21,7 1,9
27 Kr.			2 683	10,4	25,6 64,0
31 Kr.			2 412	0,0	46,9 53,1
37 Kr.			2 793	0,0	42,3 57,7
41 Kr.			2 403	0,0	44,9 55,1

TABLEAU XXXI. — Effets de l'irradiation aux rayons γ de mâles de *T. neocaledonicus*, sur la composition de la F_1 .

Pour les doses de 31, 37 et 41 Kr, la descendance ne comprend plus de femelles. Le pourcentage d'œufs non viables diminue légèrement, mais celui des mâles augmente considérablement et dépasse 40 %. Il est très probable que ces doses entraînent une atténuation de l'activité du sperme ou la destruction d'une partie des spermatozoïdes, si bien que la proportion d'œufs fécondés, tous non viables dans ce cas, n'est plus que de l'ordre de 50 %.

Deux remarques sont à faire :

— A dose égale, les rayons γ ont une action plus marquée que les rayons X dont la longueur d'onde est plus grande. A 41 Kr, aux rayons X, nous avons obtenu 21,4 % de mâles et 78,6 % d'œufs non viables, alors qu'ici, nous avons 44,9 % de mâles et seulement 55,1 % d'œufs non viables.

— Nous avons élevé jusqu'au stade adulte un certain nombre de larves issues de l'essai à 27 Kr. A partir de 80 femelles et de 20 mâles, nous avons obtenu une F_2 composée de 2,2 % d'œufs morts, de 73,8 % de femelles et de 24,0 % de mâles, avec autant de mâles « wild » (12,6 %) que de mâles « white eye » (11,4 %) et autant de femelles hétérozygotes (35,6 %) que de femelles « white eye » (38,2 %). Par conséquent, la composition de cette F_2 est tout à fait comparable à la descendance de parents non traités, contrairement à ce qui a été observé chez *T. urticae* (HENNEBERRY, 1964 ; NELSON et STAFFORD, 1972) ou chez *P. citri* (BEAVERS *et al.*, 1971) même à dose plus faible.

2.1.2. EFFETS SUR UNE SOUCHE DE L'INTRODUCTION DE MALES IRRADIÉS.

1° Matériel et méthode.

— *Matériel* : souche Louisiane et la souche marquée qui en dérive.

— *Méthode* : sur un élevage de 80 jeunes femelles vierges du type « white eye » âgées d'un jour, on dépose simultanément 20 jeunes mâles du type « wild » provenant directement d'un élevage d'œufs non fécondés et 20 jeunes mâles du même type, préalablement irradiés. Ceci revient à introduire dans une population comprenant la proportion normale de mâles et de femelles (80 ♀ pour 20 ♂), un nombre de mâles irradiés, équivalent au nombre de mâles existant.

Mâles et femelles sont déplacés tous les jours sur un niveau disque, les œufs déposés sont comptés et conservés jusqu'à leur éclosion, de façon à déterminer la composition de la F_1 . Comme précédemment, l'utilisation de la souche marquée permet la séparation des larves destinées à donner des mâles, de celles qui sont destinées à donner des femelles.

Nous avons effectué 5 expériences différentes, en faisant varier les doses d'irradiation des mâles de 0 à 41 Kr.

2° Résultats et discussion (tableau XXXII).

Comme lors de la série d'essais précédents, les femelles pondent en moyenne une trentaine d'œufs chacune, et le nombre d'œufs déposés varie relativement peu d'un traitement à l'autre.

Si la proportion de mâles, obtenue en F_1 , est sensiblement la même dans tous les traitements, le nombre d'œufs non viables diminue régulièrement de 41,3 à 14,2 %, lorsque les doses auxquelles ont été soumis les mâles introduits augmentent de 27 à 41 Kr ; corrélativement, le nombre d'œufs fécondés et viables, augmente de 37,8 à 62,8 % lorsque les doses passent de 27 à 41 Kr.

L'amplitude des variations observées étant plus importante que celle que nous avons notée lors des tests précédents, il est probable que les mâles irradiés perdent de leur compétitivité lorsque les doses de rayons γ augmentent. A 27 Kr, les mâles irradiés sont aussi compétitifs que les mâles normaux, et la proportion

Parents		F_1		
80 ♀ × (20 ♂ norm. + 20 ♂ irr.) We We ⁺ We ⁺		Composition en %		
Dose de rayons γ utilisée pour l'irradiation des ♂	Total des œufs déposés	♀ We ⁺ We	♂ We	œufs non viables
0 Kr.	2 637	78,7	19,7	1,6
27 Kr.	2 445	37,8	20,9	41,3
31 Kr.	2 710	45,0	17,3	37,7
37 Kr.	2 605	43,6	27,3	29,1
41 Kr.	3 127	62,8	23,0	14,2

TABLEAU XXXII. — Effets sur une souche, de l'introduction de mâles irradiés à différentes doses de rayons γ .

de femelles en F_1 est pratiquement diminuée de moitié, par rapport au témoin, alors qu'elle remonte considérablement à 41 Kr.

L'intervention de mâles stériles paraît donc intéressante puisqu'elle entraîne la formation d'un pourcentage appréciable d'œufs non viables. N'oublions cependant pas que cette opération doit se dérouler au moment de la sortie des jeunes femelles, ou plutôt juste avant, lorsqu'on observe le plus grand nombre de téliochrysalides dans la population à traiter.

D'après ces résultats, il semble préférable d'irradier les mâles à une dose qui ne les stérilise pas complètement, mais qui préserve leur compétitivité. En fait, il serait nécessaire de recommencer cette dernière série d'expériences, avec plusieurs répétitions, de façon à préciser la dose, située entre 27 et 31 Kr, à laquelle il faudrait irradier les mâles pour obtenir le maximum d'œufs non viables.

2.2. Lutte par utilisation de mâles incompatibles ou lutte génétique *sensu stricto*.

Cette méthode de lutte implique l'existence de souches dont les mâles sont incompatibles avec les femelles de la souche que l'on veut atteindre, bien que l'accouplement ait normalement lieu (HELLE, 1969).

Lors de l'étude de la compatibilité entre souches de *T. neocaledonicus* (Chap. IV, 1), nous avons vu que les femelles Louisiane sont fécondées normalement par les mâles Ihosy, puisque le nombre d'œufs déposés après l'accouplement est comparable à celui des femelles normalement fécondées; la composition de la F_1 révèle pourtant une très forte incompatibilité. Nous obtenons la proportion normale de mâles (15,8 %), mais seulement 4,7 % de femelles et 79,5 % d'œufs morts. La F_2 et la F_3 que l'on a pu obtenir, ont donné un très fort pourcentage de femelles stériles ou dont la descendance n'est pas viable. C'est à partir de ces données que nous avons essayé de réaliser notre expérience.

2.1.2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.

— *Matériel* : souche Louisiane et la souche marquée qui en dérive, souche Ihosy.

— *Méthode* : nous comparons les résultats de 2 croisements faisant intervenir 80 jeunes femelles « white eye » et 20 jeunes mâles « white eye », avec en plus, dans un cas 20 jeunes mâles « wild », dans l'autre cas, 20 jeunes mâles de la souche Ihosy. Les mâles et les femelles utilisés pour cet essai sont âgés d'un jour.

Les 40 mâles sont déposés simultanément au milieu des 80 femelles vierges, ceci revenant à introduire dans une population de souche Louisiane « white eye » comprenant la proportion normale de mâles et de femelles (80 ♀ pour 20 ♂), un nombre de mâles équivalent au nombre de mâles existant. Les mâles introduits sont, dans le premier cas parfaitement compatibles (« wild »), dans le second cas, très fortement incompatibles (Ihosy). Mâles et femelles sont déplacés, tous les jours, sur un nouveau disque. Les œufs sont comptés et élevés de façon à déterminer la composition de la descendance.

2.2.2. RÉSULTATS ET DISCUSSION (TABLEAU XXXIII).

Pour ces 2 expériences, les pontes sont du même ordre de grandeur, par contre, la composition des F_1 est totalement différente. Avec les mâles compatibles, nous obtenons 81,8 % de femelles, 17,0 % de mâles et 1,2 % d'œufs non viables, tandis qu'avec les mâles de la souche Ihosy, nous n'avons que 19,3 % de femelles, mais 16,7 % de mâles et 64,0 % d'œufs non viables.

Si l'on tient compte des résultats du croisement que nous avons fait entre les femelles de la souche Louisiane « white eye » et les mâles de la souche Ihosy utilisés seuls, en admettant de plus que les mâles d'Ihosy soient aussi compétitifs que ceux de la souche Louisiane, nous devrions obtenir 2,4 % de femelles hétérozygotes, 40 % de femelles homozygotes (We We) et environ 40 % d'œufs non viables. D'après les pourcentages du tableau XXXIII, le nombre de femelles hétérozygotes est comparable à celui que l'on pouvait attendre ; par contre, nous trouvons environ 20 % d'œufs non viables en plus et, corrélativement, 20 % de femelles homozygotes en moins. Les mâles d'Ihosy paraissent donc plus compétitifs que ceux de la souche Louisiane. On ne peut évidemment

Parents		F_1				
Population : 80 ♀ We We		Total des œufs déposés	Composition en %			
Types de ♂ ajoutés			♀ We ⁺ We	♀ We We	♂ We	œufs non viables
20 ♂ Louisiane We ⁺		2 441	33,2	48,6	17,0	1,2
20 ♂ Ihosy		2 574	2,1	17,2	16,7	64,0

TABLEAU XXXIII. — Effet sur une souche (Louisiane « white eye »), de l'introduction, d'une part de mâles compatibles (Louisiane « wild »), et d'autre part de mâles incompatibles (Ihosy).

dire si ce sont les femelles qui exercent un choix, ou si les mâles d'Ihosy présentent une plus grande agressivité sexuelle. Il ne s'agit pas, en tout cas, d'un handicap des mâles « white eye », puisque dans la première expérience, le nombre de fécondations imputables aux mâles « white eye » est égal, sinon supérieur, à celui qui est attribuable aux mâles « wild ».

Ce résultat est assez surprenant car, généralement, lors des mélanges de souches, les femelles sont fécondées, de préférence, par les mâles de même origine qu'elles (SMITH F. F. *et al.*, 1967; DIELEMAN et OVERMEER, 1972).

Théoriquement, il aurait été plus intéressant de faire intervenir une souche complètement incompatible, c'est-à-dire ne donnant pas de femelles du tout. En réalité, dans le seul cas où nous n'avons pas pu obtenir de femelles, au cours de nos croisements préliminaires, la copulation ne se faisait pas, si bien que les souches en question ne présentaient aucun intérêt, du point de vue de la lutte génétique.

Finalement, l'intervention de mâles incompatibles a eu, au cours de cette expérience, un effet plus marqué que celle des mâles stériles utilisés précédemment. Nous avons confirmation de la valeur et des possibilités d'application pratique d'une technique de lutte particulièrement élégante, lorsqu'on dispose d'une souche incompatible convenable.

3. CONCLUSIONS

Les éléments permettant d'évaluer l'action prédatrice des acariens et des insectes récoltés sur les colonies de tétranyques, ont été recueillis en effectuant des observations et des élevages.

La multiplicité des biotopes, l'originalité de la flore de chaque unité écologique, l'isolement géographique des îles et de certaines régions de Madagascar, ont probablement favorisé la différenciation des espèces de prédateurs de *Tetranychidae* dans cette partie du monde.

Les prédateurs qui existent dans un milieu donné, suffisent, ainsi que nous l'avons remarqué (Chap. II, 3) à maintenir les populations à un niveau tolérable et, en l'absence de toute intervention, on ne note jamais de pullulations catastrophiques. Les prédateurs les plus intéressants et le plus fréquemment rencontrés sont des acariens de la famille des *Phytoseiidae* et des coccinelles du genre *Stethorus*. Pratiquement tous les *Stethorus* ont été identifiés, il n'en est pas de même pour les *Phytoseiidae* dont le nombre des espèces est considérable si l'on en juge par ceux qui ont déjà été étudiés.

La valeur prédatrice des *Phytoseiidae* est très variable selon les espèces, du fait de la diversité de leur régime alimentaire et de leurs exigences écologiques. Sans que l'on puisse minimiser le rôle des autres représentants de la famille, 3 espèces du genre *Amblyseius* originaires de Madagascar, paraissent être de bons auxiliaires, tant pour leur voracité que pour leur spécificité : *A. bibens*, *A. masiaka* et *A. vazimba*.

Parmi les *Stethorus*, c'est *S. madecassus* qui a la plus grande faculté d'adaptation ; la comparaison du taux d'accroissement de sa population et de celui de sa proie (*T. neocaledonicus*), opérée dans des conditions de température et d'hygrométrie ne correspondant pas à l'ambiance qui lui est la plus favorable,

révèle néanmoins d'intéressantes caractéristiques, notamment une vitesse de développement rapide. Des lâchers de ce *Stethorus* très vorace et facile à élever, pourraient être organisés avec profit, pendant les périodes propices aux pullulations. *S. madecassus* présente sans doute un intérêt plus grand que *S. punctillum* pour la lutte biologique en serre, en pays tempéré : ses générations se succèdent à un rythme rapide et il est probablement insensible au phénomène de diapause.

Les expériences entreprises sur les possibilités de lutte autocide par utilisation de mâles stériles ou par utilisation de mâles incompatibles, nous ont permis d'obtenir une forte proportion d'œufs non viables et de préciser les moyens de parvenir à un meilleur résultat.

Lorsqu'on stérilise les mâles aux rayons γ : les doses d'irradiation trop fortes diminuent l'activité du sperme et affectent la compétitivité des individus traités. Il faut irradier les mâles à une dose suffisamment élevée, pour assurer leur stérilisation complète, sans affecter pour autant leur compétitivité. Chez *T. neocaledonicus*, c'est en irradiant les mâles introduits à une dose comprise entre 27 et 31 Kr, que l'on obtient l'effet le plus marqué.

La seule expérience de lutte génétique *sensu stricto* tentée, a donné des résultats plus spectaculaires que les 4 essais de lutte par utilisation de mâles stériles. Il semble que nous ayons eu la chance d'introduire des mâles très fortement incompatibles mais, surtout, plus compétitifs que les mâles de la souche traitée, vis-à-vis des jeunes femelles.

Les techniques de lutte autocide pourraient être employés en serres et dans les zones de cultures florales et maraîchères, où les populations de tétranyques sont isolées et constituent des foyers de résistance aux insecticides. Les mâles que l'on veut introduire, doivent être aussi résistants aux insecticides que les tétranyques à atteindre, car en général, on ne peut interrompre le calendrier des traitements dans ce type d'exploitation.

En lutte génétique *sensu stricto*, en admettant que l'on trouve une souche dont les mâles soient complètement incompatibles avec la souche à traiter, il faudra encore conférer à ces acariens des facteurs de résistance aux insecticides, s'ils ne les ont pas au départ. La variabilité génétique, peu banale, des souches de tétranyques, fait que chaque intervention posera un problème particulier. Il y aura donc à mener toute une série de travaux dont les résultats sont aléatoires.

En pratique, la technique de l'utilisation des mâles stériles, par sa mise en œuvre rapide, devrait rendre davantage de services que la lutte génétique au sens strict, le procédé étant utilisable contre n'importe quelle souche, avec un effet qui ne peut être que dépressif. La production d'un grand nombre de mâles et leur irradiation sont relativement simples, il n'en demeure pas moins, selon les auteurs qui ont effectué des essais réels avec *T. urticae* (HELLE, *in litt.* ; NELSON et STAFFORD, 1972), que le procédé exige des manipulations coûteuses ; les résultats sont lents à se manifester et les femelles, qui pondent des œufs stériles, continuent à commettre des dégâts non négligeables.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Sur le plan de la méthodologie, cette étude souligne l'intérêt présenté par la détermination des caractéristiques d'une population, et en particulier de son taux intrinsèque d'accroissement (r_m). Le calcul de r_m , pour chaque essai ou pour chaque génération suivie, permet d'apprécier par un seul nombre, la dynamique des populations en fonction des conditions de l'élevage. r_m rend compte de la durée et de la survie des stades préimaginaux, de la longévité et de la fécondité des femelles, ainsi que de la *sex ratio* et de la répartition de la ponte au cours de la vie d'une femelle.

Une idée assez précise de l'évolution de ce taux intrinsèque, en fonction de différentes combinaisons de température et d'hygrométrie, a été obtenue, de façon reproductible, pour une souche de *T. neocaledonicus*. Les tables de vie rendent possible la comparaison de plusieurs souches de ce tétranyque, ainsi que celle des dynamiques de *T. neocaledonicus* et de *T. urticae*, ou encore celle des dynamiques de la proie *T. neocaledonicus* et du prédateur *S. madecassus*.

En ce qui concerne les résultats : trois idées directrices se dégagent des observations et expériences rapportées dans les chapitres précédents. Elles ont trait à la répartition dans l'espace, à la phénologie et à certains aspects de la physiologie de la reproduction de *T. neocaledonicus*. Les deux derniers points ont permis de proposer des principes de lutte qui pourraient être éventuellement adjoints à l'intervention des prédateurs pour parvenir à un contrôle satisfaisant de ce ravageur.

1. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE A MADAGASCAR ET DANS LES ILES VOISINES

Le nombre de plantes hôtes et l'abondance de *T. neocaledonicus* à Madagascar, font que l'on peut considérer la Grande Ile comme l'un des pôles de diffusion de ce taxon. Celui-ci occupe également une situation privilégiée à La Réunion et aux Comores, tandis qu'il a été apparemment éliminé de Rodriguez ; il est en nette régression à Maurice et aux Seychelles, où la destruction de la végétation d'origine et l'introduction de plantes pantropicales ont favorisé la multiplication d'autres espèces.

Morphologiquement toutes les souches sont identiques, mais les élevages et les croisements de quelques unes d'entre elles, prouvent que l'on est en présence d'un ensemble de races ou peut-être même d'espèces, que nous avons simplement considéré comme un complexe. A Madagascar, ce tétranyque forme une communauté polyspécifique difficilement perméable aux autres représentants du genre *Tetranychus* : seul *T. urticae* a réussi à s'implanter dans la région des plateaux centraux, au point d'atteindre un niveau économiquement préoccupant.

Entre *T. urticae* et *T. neocaledonicus*, la compétition se produit le plus nettement, sur les plantes cultivées multipliées par semis telles que le maïs ou les haricots. Plusieurs facteurs contribuent à favoriser l'extension des populations de *T. urticae* sur les hautes terres, au détriment de *T. neocaledonicus* : le remplacement de la végétation primitive par des plantes originaires de la zone tempérée, la multiplication végétative des plantes infestées, les conditions climatiques qui assurent à l'espèce introduite un taux d'accroissement des populations plus élevé, et probablement une meilleure tolérance aux traitements insecticides-acaricides.

Les exigences écologiques de *T. neocaledonicus* et l'action défavorable exercée par les précipitations sur le versant oriental, expliquent la disparité des dégâts observés entre l'étage climatique humide de l'Est et les étages sec et sub-aride de l'Ouest et du Sud, où, en outre, les attaques de l'acarien ont un effet plus marqué.

2. PHÉNOLOGIE ET ÉCOPHYSIOLOGIE

Dans le sud-ouest de Madagascar, pendant la saison cotonnière, les variations de température, entre novembre et fin juin, jouent un rôle essentiel sur les caractéristiques des générations successives de *T. neocaledonicus*, tandis que l'hygrométrie de la zone irriguée demeure élevée.

A l'aide d'une technique d'élevage reproduisant de très près les conditions naturelles, mais excluant l'action de la pluie et l'intervention des prédateurs, nous aboutissons à un résultat classique, en prouvant que la durée des stades de développement et celle de chaque génération (T), diminuent lorsque la température s'élève. Il est plus surprenant de constater que le potentiel net de reproduction (R_0) passe presque du simple au triple, quand la température moyenne baisse de quelques degrés (de 28,5 à 25 °C). R_0 atteint sa valeur la plus faible de la saison, au moment où la température moyenne est la plus haute (28,5 °C), fin janvier, début février.

L'évolution du taux intrinsèque d'accroissement de la population (r_m) est moins simple à analyser. r_m est grand lorsque la durée d'une génération est brève, et la fécondité élevée ; dans les conditions de ces essais, cette conjoncture se produit à 26 °C.

Parallèlement à ces élevages, des observations ont été effectuées en plein champ, tandis que des tests plus complets ont été entrepris en laboratoire.

Dans une plantation de manioc non traitée : les fluctuations de population, suivies par échantillonnage, permettent de noter un accroissement du nombre d'acaréens peu après les périodes où r_m a atteint la valeur la plus importante, dans les élevages (0,307).

Les résultats obtenus en laboratoire, corroborent les conclusions des travaux de terrain. Les trois paramètres R_0 , T et r_m , calculés sur la souche Ihosy, génétiquement très proche de la souche Tuléar (interfécondité comparable à celle d'une souche pure), évoluent de la même façon, en fonction de différentes combinaisons de température et d'hygrométrie constantes. A une hygrométrie de 80 %, les pontes totales atteignent effectivement leur maximum à 21 °C environ, tandis que r_m ne parvient à sa valeur la plus élevée qu'à 25 °C. C'est à

une hygrométrie comprise entre 30 et 50 % et à une température voisine de 26 °C, que la souche considérée s'accroît le plus ; elle résiste à un froid modéré mais assez paradoxalement, semble plus sensible à la chaleur que d'autres *Tetranychidae* de la zone tempérée.

Ces considérations théoriques aboutissent à des conclusions pratiques.

Sur manioc, malgré la présence permanente des tétranyques sur le feuillage, les populations sont maintenues à un niveau tolérable sous l'action des éléments du macroclimat et des prédateurs, en l'absence de tout traitement.

En culture cotonnière, la pression exercée par les ravageurs est telle que l'on est obligé de recourir aux pulvérisations d'insecticides. Les traitements pratiqués jusqu'à présent, éliminent les prédateurs, si bien que le climat détermine les périodes favorables aux pullulations.

Dans la région de Tuléar, 11 à 12 générations sont susceptibles de se succéder pendant la période de culture. Deux époques seulement réunissent en année « normale », les conditions favorables à un accroissement des populations : début janvier, et fin mars-mi-avril. Les prévisions pourraient être étendues à d'autres régions, ce qui permettrait de réduire le nombre des traitements. On réaliserait une économie immédiate. On éviterait d'atteindre, comme cela se produit généralement, plusieurs générations consécutives de tétranyques, car la sélection de souches résistantes est particulièrement rapide chez ces acariens à parthénogenèse arrhénotoque.

Si le phénomène ne s'est pas encore produit à Madagascar pour *T. neocaledonicus*, cela tient probablement au fait que les cultures sont dispersées, entourées de zones en friches formant réservoir pour les ravageurs ; il en résulte un brassage et un renouvellement permanent des populations.

3. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Plusieurs aspects de la physiologie de la reproduction ont été abordés ou simplement précisés.

Les croisements entrepris entre 5 souches morphologiquement identiques permettent de déceler différents degrés d'isolement génétique. Les souches testées ont chacune un taux net de reproduction particulier, quoique les courbes de ponte des femelles fécondées aient une forme analogue.

Les femelles fécondées de toutes les souches pondent davantage et vivent moins longtemps que les femelles vierges. Ce phénomène qui ne se manifeste qu'au dessus d'une température de 20 °C, a été également remarqué chez *T. desertorum* ; il n'existe pas chez *T. urticae*.

La réduction de la longévité des femelles fécondées semble dépendre du taux des syngamies qui se produisent, tandis que l'accroissement de la ponte est directement lié à la copulation elle-même. Il est possible que l'augmentation de la fécondité soit induite à partir d'une certaine quantité de liqueur séminale ou à partir d'un certain degré de distension de la bourse copulatrice des femelles, car l'intromission de l'aedéage ne constitue pas un signal suffisant à son déclenchement.

L'accroissement considérable de la longévité des femelles vierges contribue à faciliter la survie de l'espèce à très faible densité de population ; il est aussi susceptible d'accentuer la variabilité génétique entre les souches, conjointement avec la parthénogenèse haploïde arrhénotoque.

La fécondation des oocytes intervient très rapidement après la copulation, les spermatozoïdes atteignant les ovaires après avoir traversé le réceptacle séminal et gagné la cavité générale.

Les mâles peuvent féconder 5 à 10 femelles en quelques heures.

Les doubles fécondations, assez rares chez *T. urticae*, ne surviennent probablement jamais dans les conditions naturelles, chez cette espèce.

Le recours à la souche « white eye », dans la plupart de ces expériences, indique une partie des nombreuses possibilités d'emploi d'une souche marquée par une mutation bien visible.

Les incompatibilités entre souches et les conclusions des expériences entreprises sur la physiologie de la ponte, nous ont amené à examiner les possibilités d'emploi des techniques de lutte autocide contre *T. neocaledonicus*. Dans ce domaine, la rareté des fécondations multiples, accentue l'importance du facteur compétitivité pour les individus mâles stériles ou incompatibles que l'on veut introduire dans une population. La compétitivité du sperme n'intervient pas.

Les essais de lutte génétique *sensu stricto* ont donné en laboratoire des résultats tout à fait satisfaisants, mais nous ne pensons pas que cette méthode puisse être mise en œuvre sur le plan pratique.

L'irradiation des mâles aux rayons γ ou aux rayons X, à des doses qui les stérilisent, tout en préservant leur compétitivité, présente un plus grand intérêt. Pour *T. neocaledonicus*, l'effet le plus marqué est obtenu à des doses comprises entre 27 et 31 Kr. L'introduction dans une population de mâles stérilisés dans ces conditions, pourrait être effectuée sur des colonies isolées en serres ou dans des zones de cultures maraîchères, en cas de manifestation de résistance aux acaricides.

Une partie des résultats acquis à propos de cette étude est susceptible d'être utilisée pour l'expérimentation éventuelle des chimiostérilisants.

Un contrôle plus rationnel de *T. neocaledonicus*, basé sur la détermination des périodes favorables à l'accroissement des populations, devrait, dans un premier temps, aboutir à une réduction du nombre de traitements phytosanitaires. Les nombreuses espèces prédatrices n'interviennent pas toutes avec la même efficacité contre les tétranyques, cependant, dans le cadre d'opérations de lutte intégrée, il faudrait préserver, en priorité, la coccinelle *Stethorus madecassus*. Plusieurs facteurs, tels qu'un taux d'accroissement des populations élevé, une grande voracité, des exigences écologiques voisines de celles de sa proie, font de cet insecte un excellent auxiliaire spécialisé ; il pourrait être multiplié et diffusé assez facilement dans la mesure où le nombre d'individus serait insuffisant au départ. L'organisation de lâchers de mâles stériles de *T. neocaledonicus*, n'est à envisager que dans des cas particuliers, une fois constaté l'échec des autres techniques de lutte.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ, M. (1933). — Note sur un Tétranyque nuisible au cotonnier en Nouvelle-Calédonie. *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, Sér. 2 (5) : 302-308.
- ANDRÉ, M. (1959). — Note complémentaire sur *Tetranychus neocaledonicus*. *Acarologia*, 1 (1) : 53-55.
- ANDRES, L. A. (1957). — An ecological study of three species of *Tetranychus* (Acarina : Tetranychidae) and their responses to temperature and humidity. *Ph. D. Thesis*, Univ. California, Berkeley : 49 p.
- ANDREWARTHA, H. G. and BIRCH, L. C. (1954). — The distribution and abundance of animals. *Univ. Chicago Press* : 782 p.
- ANWARULLAH, M. (1963). — Beitrage zur Morphologie und Anatomie einiger Tetranychiden (Acari, Tetranychidae). *Z. angew. Ent.*, 50 : 385-426.
- ATTIAH, H. H. (1969). — The Tetranychini of the U.A.R. I. The genus *Tetranychus* Dufour (Acarina, Tetranychidae). *Acarologia*, 11 (4) : 733-741.
- ATWAL, A. S., CHAUDHARY, J. P. and SOHI, B. S. (1969). — Chemical control of red vegetable mite, *Tetranychus cucurbitae* Rahman and Sapra (Tetranychidae, Acarina). *J. Res. Punjab agric. Univ.*, 6 (1) : 214-219.
- BAKER, E. W. and PRITCHARD, A. E. (1960). — The tetranychoid mites of Africa. *Hilgardia*, 29 (11) : 455-574.
- BAKER, J. E. and CONNELL, W. A. (1963). — The morphology of the mouthparts of *Tetranychus atlanticus* and observations on feeding by this mite on soybeans. *Ann. ent. Soc. Am.*, 56 (6) : 733-736.
- BEAVERS, J. B., HAMPTON, R. B., TOBA, H. H. and MORENO, D. S. (1971). — Some effects of gamma irradiation of the chemosterilant Tapa, on the citrus red mite and its progeny. *J. ec. Ent.*, 64 (1) : 72-75.
- BERLESE, A. (1913). — *Acarotheca Italica*. Firenze : 221 p.
- BIRCH, L. C. (1948). — The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. anim. Ecol.*, 17 (1) : 15-26.
- BLAUVELT, W. E. (1945). — The internal morphology of the common red spider mite (*Tetranychus telarius* L.). *Cornell Univ. agr. exp. Sta. Ithaca*, 270 : 3-46.
- BLOMMERS, L. (1973). — Five new species of phytoseiid mites (Acarina : Mesostigmata) from South-West Madagascar. *Bull. zool. Mus. Amsterdam*, 3 (16) : 109-117.
- BLOMMERS, L. (1974). — Species of the genus *Amblyseius* Berlese, 1914, from Tamatave, East Madagascar (Acarina : Phytoseiidae). *Bull. zool. Mus. Amsterdam*, 3 (19) : 143-155.
- BLOMMERS, L. (1974). — Preliminary studies on two predators (Acarina : Phytoseiidae) of the spider mite *Tetranychus neocaledonicus* André (Acarina : Tetranychidae). *Z. angew. Ent.*, 75 : 315-321.
- BLOMMERS, L. and CHAZEAU, J. (1974). — Two new species of predator mites of the genus *Amblyseius* Berlese (Acarina : Phytoseiidae) from Madagascar. *Z. angew. Ent.*, 75 : 308-315.
- BLOMMERS, L. et GUTIERREZ, J. (1975). — Les tétranyques vivant sur agrumes et avocatier dans la région de Tamatave (Madagascar-Est) et quelques-uns de leurs prédateurs. *Fruits*, 30 (3) : 191-200.
- BOUDREAUX, H. B. (1956). — Revision of the two-spotted spider mite (Acarina, Tetranychidae) complex, *Tetranychus telarius* (Linnaeus). *Ann. ent. Soc. Am.*, 49 (1) : 43-48.
- BOUDREAUX, H. B. (1958). — The effect of relative humidity on egg-laying, hatching and survival in various spider mites. *J. Insect Physiol.*, 2 : 65-72.
- BOUDREAUX, H. B. (1963). — Biological aspects of some phytophagous mites. *Ann. Rev. Ent.*, 8 : 137-154.
- BOURNIER, A. (1967). — Thysanoptères de Madagascar. *Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, 3 (4) : 1015-1027.

- BRAUD, M. (1967). — La nutrition minérale du cotonnier, en culture sans sol. *Coton, Fibres trop.*, 22 (3) : 339-356.
- BRAVENBOER, L. (1959). — De chemische en biologische bestrijding van de spintmijt *Tetranychus urticae* Koch. *Pub. Proefsta. Groenten-en-Fruiteelt Naaldwijk*, 75 : 1-85.
- CANERDAY, T. D. and ARANT, F. S. (1964 a). — The effect of spider mite populations on yield and quality of cotton. *J. ec. Ent.*, 57 (4) : 553-556.
- CANERDAY, T. D. and ARANT, F. S. (1964 b). — Effect of late season infestations of the strawberry spider mite, *Tetranychus atlanticus*, on cotton production. *J. ec. Ent.*, 57 (6) : 931-933.
- CHABOUSSOU, F. (1969). — Recherches sur les facteurs de pullulation des acarions phytophages de la vigne, à la suite des traitements pesticides du feuillage. Etude particulière des répercussions du DDT, du parathion et du carbaryl sur la reproduction de *P. ulmi* Koch, *E. carpini vitis* Boisd. et *T. urticae* Koch. *Thèse Fac. Sc., Paris* : 238 p.
- CHAZEAU, J. (1970). — *Typhlodromus scytinus* n. sp., nouveau Phytoseiide de Madagascar (Acarions, Gamasides, Phytoseiidae). *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol.*, 12 : 3-14.
- CHAZEAU, J. (1971 a). — Le genre *Stethorus* Weise (Coléoptères : Coccinellidae) à Madagascar et aux Mascareignes. *Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.)*, 7 (4) : 779-796.
- CHAZEAU, J. (1971 b). — *Stethorus comoriensis*, nouvelle espèce de Coccinellidae de l'archipel des Comores. *Bull. Soc. ent. Fr.*, 76 : 60-63.
- CHAZEAU, J. (1974 a). — Evaluation de l'action prédatrice de *Stethorus madecassus* Chazeau (Coccinellidae) sur *Tetranychus neocaledonicus* André (Acarions, Tetranychidae). *Entomophaga*, 19 (2) : 183-193.
- CHAZEAU, J. (1974 b). — Développement et fécondité de *Stethorus madecassus* Chazeau (Coléoptères, Coccinellidae) élevé en conditions extérieures dans le sud-ouest de Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol.*, 25 : 3-11.
- CHAZEAU, J., ETIENNE, J. et FURSCH, H. (1974). — Les Coccinellidae de l'île de la Réunion. *Bull. Mus. nat. Hist. nat., Paris*, 3^e sér. (210) : 265-297.
- CHAZEAU, J. et GUTIERREZ, J. (1974). — Evolution des populations de *Tetranychus neocaledonicus* André (Acarions, Tetranychidae) et de trois de ses prédateurs sur manioc dans le sud de Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol.*, 25 : 3-11.
- COLBURN, R. and ASQUITH, D. (1970). — A cage used to study the finding of a host by the ladybird beetle, *Stethorus punctum*. *J. ec. Ent.*, 63 (4) : 1376-1377.
- COLLYER, E. (1953). — Biology of some predatory insects and mites associated with the fruit tree red spider mite (*Metatetranychus ulmi* Koch) in South-Eastern England. II. Some important predators of the mite. III. Further predators of the mite. *J. hort. Sci.*, 28 : 85-113.
- CONE, W. W., McDONOUGH, L. M., MAITLEN, J. C. and BURDAJEWICZ, S. (1971 a). — Pheromone studies of the two-spotted spider mite. I. Evidence of a sex pheromone. *J. ec. Ent.*, 64 (2) : 355-358.
- CONE, W. W., PREDKI, S. and KLOSTERMEYER, E. C. (1971 b). — 2. Behavioral response of males to quiescent deutonymphs. *J. ec. Ent.*, 64 (2) : 379-382.
- CORNET, A. (1972). — Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. *O.R.S.T.O.M., Tananarive*, multigr. : 31 p.
- COUSIN, G. (1932). — Etude expérimentale de la diapause des Insectes. *Bull. biol. Fr. et Belg.*, 66 (15) : 341 p.
- DAS, G. M. and DAS, S. C. (1967). — Effect of temperature and humidity on the development of tea red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Nietner). *Bull. ent. Res.*, 57 (3) : 433-436.
- DAVIS, D. W. (1952). — Biological studies on three forms of the two-spotted spider mite. *Pan. Pac. Ent.*, 28 : 1-6.
- DAVIS, J. J. (1968). — Studies of Queensland *Tetranychidae*. 3 records of the genus *Tetranychus*. *Queensland J. agric. anim. Sc.*, 25 : 57-67.
- DEBACH, P. (1966). — The competitive displacement and coexistence principles. *Ann. Rev. Ent.*, 11 : 183-212.
- DELATTRE, R. (1971). — Note sur les travaux récents concernant les éléments de base pour une lutte intégrée en culture cotonnière. *I.R.C.T., Div. phytosan. (multigraphié)* : 1-26.
- DIELEMAN, J. and OVERMEER, W. P. J. (1972). — Preferential mating hampering the possibility to apply a genetic control method against a population of *Tetranychus urticae* Koch. *Z. angew. Ent.*, 71 : 156-161.
- DOBZHANSKY, T. (1951). — Genetics and the origin of species. *Columbia Univ. Press, New York*, 3rd éd. : 364 p.

- DOSSE, G. (1967). — Schadmilben des Libanons und ihre Prädatoren. *Z. angew. Ent.*, 59 : 16-48.
- DOSSE, G. und LANGENSCHIEDT, M. (1964). — Morphologische, biologische und histologische Untersuchungen an Hybriden aus dem *Tetranychus urticae* Komplex (*Acari : Tetranychidae*). *Z. angew. Ent.*, 54 : 349-359.
- EHARA, S. (1969). — The tetranychoid mites of Taiwan (*Acarina : Prostigmata*). *J. Fac. educ. Totori Univ. nat. Sc.*, 20 (2) : 79-103.
- EHARA, S. and LEE, L. H. Y. (1971). — Mites associated with plants in Hong-Kong. *J. Fac. educ. Totori Univ. nat. Sc.*, 22 (2) : 61-78.
- FERON, M. (1963). — La lutte contre les insectes par les méthodes autocides. *Rev. Zool. agric. appl.* (4-6) : 1-12.
- FLECHTMANN, C. H. W. and BAKER, E. W. (1970). — A preliminary report on the *Tetranychidae* (*Acarina*) of Brazil. *Ann. ent. Soc. Am.*, 63 (1) : 156-163.
- FLESCHNER, C. A. (1950). — Studies on the searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. *Hilgardia*, 20 : 233-265.
- FLESCHNER, C. A. (1958). — Natural enemies of the tetranychid mites on Citrus and Avocado in Southern California. *Proc. Tenth Int. Cong. Ent.*, Montreal (1956), 4 : 627-631.
- FLITTERS, N. E. (1968). — Microelectrothermometry for psychrometric determinations of insect leaf microhabitats. *Ann. ent. Soc. Am.*, 61 (4) : 923-926.
- FYE, R. E. (1972). — Temperatures near the surface of cotton leaves. *J. ec. Ent.*, 65 (4) : 1209-1210.
- FYE, R. E. and BONHAM, C. D. (1969). — Temperatures at the surface of cotton leaves. *J. ec. Ent.*, 62 (6) : 1519-1520.
- GHOBRAL, A., ATTIAH, H., VOSS, G. and DITTRICH, V. (1969). — The *Tetranychus telarius* complex (red and green forms) in Egyptian cotton : two separate species. *J. ec. Ent.*, 62 (6) : 1304-1306.
- GUTIERREZ, J. (1967). — Contribution à l'étude morphologique et biologique de *Tetranychus neocaledonicus* André 1933 (*Acariens : Tetranychidae*) « araignée rouge » du cotonnier à Madagascar. *Coton Fibres trop.*, 22 (2) : 183-195.
- GUTIERREZ, J. (1968). — Note sur quelques acariens phytophages de l'île de la Réunion avec description d'une nouvelle espèce du genre *Eotetranychus* Oudemans (*Tetranychidae*). *Acarologia*, 10 (3) : 443-449.
- GUTIERREZ, J. (1969). — *Tetranychidae* nouveaux de Madagascar (cinquième note). *Acarologia*, 11 (1) : 43-64.
- GUTIERREZ, J. (1973). — Expériences sur la physiologie de la reproduction chez *Tetranychus neocaledonicus* André (*Acariens : Tetranychidae*) et conséquences sur les possibilités de lutte autocide. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 5 (2) : 155-172.
- GUTIERREZ, J. (1974 a). — Caractéristiques des générations successives de *Tetranychus neocaledonicus* André (*Acariens : Tetranychidae*) pendant la saison cotonnière, dans le sud-ouest de Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol.*, 25 : 13-25.
- GUTIERREZ, J. (1974 b). — Influence de la température et de l'hygrométrie sur l'accroissement des populations de *Tetranychus neocaledonicus* André (*Acariens : Tetranychidae*). *O.R.S.T.O.M., Tananarive, multigr.* : 1-30.
- GUTIERREZ, J. (1974 c). — Les espèces du genre *Tetranychus* Dufour (*Acariens : Tetranychidae*) ayant une incidence économique à Madagascar et dans les îles voisines. Compétition entre les complexes *Tetranychus neocaledonicus* André et *Tetranychus urticae* Koch. *Acarologia*, 16 (2) : 258-270.
- GUTIERREZ, J. et CHAZEAU, J. (1972). — Cycles de développement et tables de vie de *Tetranychus neocaledonicus* André (*Acariens : Tetranychidae*) et d'un de ses principaux prédateurs à Madagascar *Stethorus madecassus* Chazeau (*Coccinellidae*). *Entomophaga*, 17 (3) : 275-295.
- GUTIERREZ, J., HELLE, W. et BOLLAND, H. R. (1970). — Etude cytogénétique et réflexions phylogénétiques sur la famille des *Tetranychidae* Donnadieu. *Acarologia*, 12 (4) : 732-751.
- GUTIERREZ, J. et HELLE, W. (1971). — Deux nouvelles espèces du genre *Eutetranychus* Banks (*Acariens : Tetranychidae*) vivant sur plantes cultivées à Madagascar ; étude cytogénétique, essai de croisement et comparaison avec *Eutetranychus orientalis* (Klein). *Ent. Berich. Amsterdam*, 31 (3) : 45-60.
- GUTIERREZ, J. and VAN ZON, A. Q. (1973). — A comparative study of several strains of the *Tetranychus neocaledonicus* complex and sterilization tests of males by X-rays. *Ent. exp. appl.*, 16 : 123-134.

- HASSAN, A. S. and ZAHER, M. A. (1956). — Biology of the red spider mite, *Eotetranychus cucurbitacearum* Sayed. *Bull. Soc. ent. Egypte*, 60 : 301-320.
- HELLE, W. (1965 a). — Resistance in the Acarina : Mites. *Adv. in Acarology (II)*, Cornell Univ. Press : 71-93.
- HELLE, W. (1965 b). — Population genetics of arrhenotokous mites. *Boll. Zool. agr. Bachicoltura*, II (7) : 219-225.
- HELLE, W. (1967). — Fertilization in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* : Acari. *Ent. exp. appl.*, 10 : 103-110.
- HELLE, W. (1968). — Parthogenesis and insecticide resistance. *Med. Rijksfak. Land. Gent.*, 1968, XXXIII (3) : 621-628.
- HELLE, W. (1969). — New developments towards biological control of the two-spotted spider mite by incompatible genes. *Public O.E.P.P., Sér. A* (52) : 7-15.
- HELLE, W. and BOLLAND, H. R. (1967). — Karyotypes and sex-determination in spider mites (*Tetranychidae*). *Genetica*, 38 (1) : 43-53.
- HELLE, W., GUTIERREZ, J. and BOLLAND, H. R. (1970). — A study on sex-determination and karyotypic evolution in *Tetranychidae*. *Genetica*, 41 (1) : 21-32.
- HELLE, W. and OVERMEER, W. P. J. (1973). — Variability in Tetranychid mites. *Ann. Rev. Ent.*, 18 : 97-120.
- HELLE, W. and PIETERSE, A. H. (1965). — Genetic affinities between adjacent populations of spider mites (*Tetranychus urticae* Koch). *Ent. exp. appl.*, 8 : 305-308.
- HELLE, W. and VAN ZON, A. Q. (1967). — Rates of spontaneous mutation in certain genes of an arrhenotokous mite, *Tetranychus pacificus*. *Ent. exp. appl.*, 10 : 189-193.
- HENNEBERRY, T. J. (1964). — Effects of gamma radiation on the fertility of the two-spotted spider mite and its progeny. *J. ec. Ent.*, 75 (5) : 672-674.
- HUFFAKER, C. B., VAN DE VRIE, M. and MCMURTRY, J. A. (1969). — The ecology of tetranychid mites and their natural control. *Ann. Rev. Ent.*, 14 : 125-174.
- HUFFAKER, C. B., VAN DE VRIE, M. and MCMURTRY, J. A. (1970). — Ecology of tetranychid mites and their natural enemies. II. Tetranychid populations and their possible control by predators : an evaluation. *Hilgardia*, 40 (11) : 391-458.
- HUSSEY, N. W. and PARR, W. J. (1963). — Dispersal of the glasshouse red spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae). *Ent. exp. appl.*, 6 : 207-214.
- IGLINSKY, W. Jr and RAINWATER, C. F. (1950). — *Orius insidiosus*, an enemy of a spider mite on cotton. *J. ec. Ent.*, 43 : 567-568.
- KAMIYA, H. (1959). — On the feeding habits of some predacious *Coccinellidae* (Coleoptera). *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu*, 5 : 66-67.
- KAPUR, A. P. (1948). — On the old species of the genus *Stethorus* Weise (Coleoptera, Coccinellidae). *Bull. ent. Res.*, 39 : 297-320.
- KEETCH, D. P. (1971). — Ecology of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina : Tetranychidae) in South Africa. 2. The influence of temperature and relative humidity on the development and life cycle. *J. ent. Soc. Sth. Afr.*, 34 (1) : 103-118.
- KEH, B. (1952). — Mating experiments with the two-spotted spider mite complex. *J. ec. Ent.*, 45 (2) : 308-312.
- LAING, J. E. (1968). — Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. *Acarologia*, 10 (4) : 578-588.
- LAING, J. E. (1969). — Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. *Acarologia*, 11 (1) : 32-42.
- LAUGHLIN, R. (1965). — Capacity for increase : a useful population statistic. *J. anim. Ecol.*, 34 : 77-91.
- LEHR, R. and SMITH, F. F. (1957). — The reproductive capacity of three strains of the two-spotted spider mite complex. *J. ec. Ent.*, 50 (5) : 634-636.
- LOCHER, F. J. (1958). — Der Einfluss von Dichlordiphenyltrichlormethyl-methan (DDT) auf einige Tetranychiden (Acari, Tetranychidae). *Z. angew. Zool.*, 45 : 201-248.
- MCENROE, W. D. (1961 a). — The control of water loss by the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius*). *Ann. ent. Soc. Am.*, 54 : 883-887.
- MCENROE, W. D. (1961 b). — Guanine excretion by the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius* (L.)). *Ann. ent. Soc. Am.*, 54 : 925-926.
- MCENROE, W. D. (1963). — The role of the digestive system in the water balance of the two-spotted spider mite. *Adv. in Acarology (I)*, Cornell Univ. Press : 225-231.

- MCGREGOR, E. A. (1950). — Mites of the family *Tetranychidae*. *Am. Midland Naturalist*, 44 (2) : 257-420.
- McMURTRY, J. A., HUFFAKER, C. B. and VAN DE VRIE, M. (1970). — Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies : a review. I. Tetranychid enemies : their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia*, 40 (11) : 331-390.
- MEYER, M. K. P. (1965). — South african Acarina. I. Nine species of the sub-family *Tetranychidae* collected on wild plants. *Koedoe*, 8 : 82-94.
- MEYER, M. K. P. and RODRIGUES, M. D. C. (1965). — Acari associated with cotton in Southern Africa (with reference to other plants). *Garcia de Orta*, 13 (2) : 193-226.
- MITCHELL, R. (1972). — The sex-ratio of the spider mite *Tetranychus urticae*. *Ent. exp. appl.*, 15 (3) : 299-304.
- MORI, H. (1961). — Comparative studies of thermal reaction in four species of spider mites (*Acarina* : *Tetranychidae*). *J. Fac. agr. Hokkaido Univ.*, 51 (3) : 574-591.
- MORI, H. and CHANT, D. A. (1966). — The influence of humidity on the activity of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and its prey *Tetranychus urticae* (C. L. Koch) (*Acarina* : *Phytoseiidae*, *Tetranychidae*). *Can. J. Zool.*, 44 : 863-871.
- MOUTIA, A. L. (1958). — Contribution to the study of some phytophagous acarina and their predators in Mauritius. *Bull. ent. Res.*, 49 (1) : 59-75.
- MULLER, G. F. W. (1957). — Morphologie, biologie et lutte de l'acarien de l'aubépine *Tetranychus viennensis* Zacher (*Acari*, *Tetranychidae*). *Höfchen-Briefe* (Ed. Fr.), 10 (1) : 1-60.
- NELSON, R. D. and STAFFORD, E. M. (1972). — Effects of gamma radiation on the biology and population suppression of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Hilgardia*, 41 (12) : 299-341.
- NICKEL, J. L. (1960). — Temperature and humidity relationships of *Tetranychus desertorum* Banks with special reference to distribution. *Hilgardia*, 30 (2) : 41-100.
- OLIVEIRA, C. A. L. DE (1971). — Estudo dos prejuizos quantitativos e qualitativos determinados pela infestação do acaro rajado. *Tetranychus urticae* (*Acarina* : *Tetranychidae*) na cultura do algodoeiro. *Biologico*, 37 (12) : 341-342.
- OVERMEER, W. P. J. (1967). — Genetics of resistance to tedian in *Tetranychus urticae* C. L. Koch. *Arch. neerl. Zool.*, 17 (3) : 295-349.
- OVERMEER, W. P. J. (1972). — Notes on mating behaviour and sex-ratio control of *Tetranychus urticae* Koch (*Acarina* : *Tetranychidae*) (*Arach.*). *Ent. Berich. Amsterdam*, 32 (12) : 240-244.
- OVERMEER, W. P. J. and HARRISON, R. A. (1969). — Notes on the control of the sex-ratio in populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (*Acarina* : *Tetranychidae*). *N. Z. J. Sc.*, 12 (4) : 920-928.
- OVERMEER, W. P. J. and VAN ZON, A. Q. (1973). — Studies on hybrid sterility of single, double and triple chromosome mutation heterozygotes of *Tetranychus urticae* with respect to genetic control of spider mites (*Arach.*, *Acari*, *Tetranychidae*). *Ent. exp. appl.*, 16 : 389-394.
- PARR, W. J. and HUSSEY, N. W. (1960). — Further studies on the reproductive isolation of geographical strains in the *Tetranychus telarius* Complex. *Ent. exp. appl.*, 3 : 137-141.
- PASCHOAL, A. D. (1970). — Contribuição ao conhecimento da família *Tetranychidae* no Brasil (*Arachnida* : *Acarina*). *Esc. sup. agric. « Luiz de Queiroz », Univ. Sao Paulo* : 1-116.
- PAULIAN, R. (1961). — La zoogéographie de Madagascar et des îles voisines. *Faune de Madagascar*, T. 13 : 484 p.
- PIJNACKER, L. P. and DRENTHE-DIEPHUIS, L. J. (1973). — Cytological investigations on the male reproductive system and the sperm track in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (*Tetranychidae*, *Acarina*). *Neth. J. Zool.*, 23 (4) : 446-464.
- PRITCHARD, A. E. and BAKER, E. W. (1955). — A revision of the spider mite family *Tetranychidae*. *San Francisco Pac. Coast ent. Soc.*, 472 p.
- PUTMAN, W. L. (1955). — Bionomics of *Stethorus punctillum* Weise (*Coleoptera*, *Coccinellidae*) in Ontario. *Can. Ent.*, 87 : 9-33.
- PUTMAN, W. L. (1970). — Threshold temperature for the european red mite *Panonychus ulmi* (*Acarina* : *Tetranychidae*). *Can. Ent.*, 102 : 421-425.
- RAHMAN, K. A. and SAPRA, A. N. (1940). — Mites of the family *Tetranychidae* from Lyallpur with descriptions of four new species. *Proc. ind. Acad. Sc. (Sér. B)*, 11 : 177-196.
- RAHMAN, K. A. and SAPRA, A. N. (1946). — On the biology of the vegetable mite (*Tetranychus cucurbitae*) Rahman and Sapra, *Fam. Tetranychidae*. *Ind. J. agric. Sc.*, 15 (3) : 124-130.

- RIMANDO, L. C. (1962). — The tetranychoid mites of the Philippines. *College Agric. tech. Bull., Univ. Philippines*, 11: 1-52.
- RODRIGUES, M. D. C. (1968). — Acarina de Moçambique. Catalogo das especies relacionadas com a agricultura. *Agron. moçamb.*, 2 (4) : 217-255.
- ROBINSON, A. G. (1953). — Notes on *Stethorus punctum* Lec. (Coleoptera, Coccinellidae) a predator of tetranychid mites in Manitoba. *83rd Ann. Rep. ent. Soc. Ontario* : 24-26.
- ROBAUX, P. et GUTIERREZ, J. (1973). — Les phanères des pattes et des palpes chez deux espèces de *Tetranychidae* : nomenclature et évolution au cours de l'ontogenèse. *Acarologia*, 15 (4) : 616-643.
- ROCKETT, C. L. and WOODRING, J. P. (1972). — Comparative studies of acarine limb regeneration apolysis and ecdysis (Arach.). *J. Insect Physiol.*, 18 (12) : 2319-2336.
- SCHRADER, F. (1923). — Haploidie bei einer Spinnmilbe. *Arch. mikrosk. Anat.*, 97 : 610-622.
- SCRIVEN, G. T. and FLESCHNER, C. A. (1960). — Insectary production of *Stethorus* species. *J. ec. Ent.*, 53 (6) : 982-985.
- SICARD, A. (1909). — Révision des *Coccinellidae* de la faune Malgache. *Ann. Soc. ent. Fr.*, 78 : 63-165.
- SIMONS, J. N. (1964). — Tetranychid mites as defoliators of cotton cotyledons. *J. ec. Ent.*, 57 (1) : 145-148.
- SMITH, F. F., BOSWELL, A. L. and WEBB, R. E. (1967). — Segregation between strains of carmine and green two-spotted spider mites. *Proc. 2nd intern. Cong. Acarol., Sutton Bonington*, 155-159.
- SMITH, J. W. and BOUDREAUX, H. B. (1972). — An autoradiographic search for the site of fertilization in spider mites. *Ann. ent. Soc. Am.*, 65 (1) : 69-74.
- SALOMON, M. E. and CUNNINGTON, A. M. (1964). — Rearing acaroid mites. *Acarologia*, 6 (H.S.) : 399-403.
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1971). — Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. *Chapman and Hall, London*, 3rd ed. : 391 p.
- TANAKA, M. (1966). — Fundamental studies on the utilization of natural enemies in the Citrus grove in Japan. I. The bionomics of natural enemies of the most serious pests. II. *Stethorus japonicus* H. Kamiya (Coccinellidae) a predator of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor). *Bull. hort. Res. Sta. (Japan), Sér. D* (4) : 22-42.
- VAN DE BUND, C. F. and HELLE, W. (1960). — Investigations on the *Tetranychus urticae* complex in North West Europe (*Acari : Tetranychidae*). *Ent. exp. appl.*, 3 : 142-156.
- VAN DE VRIE, M., McMURTRY, J. A. and HUFFAKER, C. B. (1972). — Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies : a review. III. Biology, ecology and pest status, and host-plant. *Hilgardia*, 41 (13) : 343-432.
- VAN ZON, A. Q. and HELLE, W. (1967). — Linkage studies in the Pacific spider *Tetranychus pacificus*. I. Genes for pigmentless, white eye, stork and organo-phosphate resistance. *Ent. exp. appl.*, 10 : 69-74.
- VAN ZON, A. Q. and OVERMEER, W. P. J. (1972). — Induction of chromosome mutations by X-irradiation in *Tetranychus urticae* (*Tetranychidae*) with respect to a possible method of genetic control. *Ent. exp. appl.*, 15 : 95-202.
- WAKID, A. M., ELBADRY, E. A. and ELAAL, M. A. (1972 a). — Effects of gamma radiation on the fertility of the spider mite *Tetranychus arabis* Attiah. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 4(3) : 375-378.
- WAKID, A. M., ELBADRY, E. A. and ELAAL, M. A. (1972 b). — Effects of gamma radiation on the spider mite *Tetranychus arabis* Attiah. II. Irradiation of larvae. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 4 (3) : 379-383.
- WATSON, T. F. (1964). — Influence of host plant condition on population increase of *Tetranychus telarius* (Linnaeus) (*Acarina : Tetranychidae*). *Hilgardia*, 35 (11) : 273-322.

ANNEXE

LISTE ALPHABÉTIQUE DES PLANTES HÔTES DE TETRANYCHUS NEOCALEDONICUS A MADAGASCAR, CLASSÉES PAR FAMILLES

Le nom de la localité est suivi de la désignation du grand étage climatique auquel elle appartient, de son altitude en mètres, de la date du prélèvement.

La distinction des étages climatiques s'inspire de l'essai de cartographie bioclimatique de CORNET (1972), basé sur le déficit hydrique climatique D (D = évapotranspiration potentielle - précipitations) et sur la moyenne des minimums du mois le plus froid, \bar{t}_m :

- H = étage humide ($D < 100$ mm)
- SH = étage sub-humide ($100 < D < 300$ mm)
 - SHF = sous-étage frais ($\bar{t}_m < 13$ °C)
 - SHC = sous-étage chaud ($\bar{t}_m > 13$ °C)
- Sh = étage sec ($D > 300$ mm avec $P > 1\,000$ mm)
- SA = étage sub-aride ($D > 300$ mm avec $P < 1\,000$ mm) .

— ACANTHACEAE

<i>Asystasia coromandeliana</i> Ness.	Tanandava	SA	(50)	4-04-68
<i>Ecbolium</i> sp.	Andrevo	SA	(10)	5-04-68
<i>Justicia</i> sp.	Bevazaha	Sh	(250)	25-04-68
id.	Fort-Dauphin	H	(10)	23-03-66

— AIZOACEAE

<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Tuléar	SA	(10)	1-06-65
-------------------------------------	--------	----	------	---------

— AMARANTHACEAE

<i>Achyranthes aspera</i> L.	Tuléar	SA	(10)	1-06-65
<i>Aerva madagassica</i> Sues.	St-Augustin	SA	(50)	31-03-69
<i>Alternanthera sessilis</i> R. Br.	Ambato-Boéni	Sh	(15)	16-09-64

— AMPELIDACEAE

<i>Ampelopsis</i> sp.	Betioky-S	SA	(260)	7-02-68
-----------------------	-----------	----	-------	---------

— APOCYNACEAE

<i>Catharanthus roseus</i> G. Don.	Fort-Dauphin	H	(10)	23-03-66
<i>Echitella lisianthiflora</i> M. Pich.	Ihoso	SA	(800)	5-12-68
<i>Plumeria alba</i> L.	Malaimbandy	Sh	(160)	5-06-70
id	Morondava	SA	(10)	8-10-73

— ARACEAE

<i>Typhonodorum lindleyanum</i> Schott.	Majunga	Sh	(20)	19-09-64
---	---------	----	------	----------

— ASCLEPIADACEAE

<i>Leptadenia madagascariensis</i> Decne	Tuléar	SA	(10)	3-04-68
--	--------	----	------	---------

— BALSAMINACEAE

<i>Impatiens</i> sp.	Tananarive	SHF (1 250)	28-01-65
----------------------	------------	-------------	----------

— BIGNONIACEAE

<i>Kigelia</i> <i>the madagascariensis</i> Sprag.	Andrevo	SA (10)	5-04-68
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Tananarive	SHF (1 250)	30-12-68
<i>Tecoma stans</i> Juss.	Tananarive	SHF (1 250)	6-11-64

— BORAGINACEAE

<i>Heliotropium indicum</i> L.	Ambato-Boéni	Sh (15)	16-09-64
--------------------------------	--------------	---------	----------

— BUDLEJACEAE

<i>Buddleja madagascariensis</i> Lamk.	Manakambahiny-E	H (1 200)	7-11-67
--	-----------------	-----------	---------

— BURSERACEAE

<i>Commiphora</i> sp.	Morondava	SA (10)	10-02-73
-----------------------	-----------	---------	----------

— CAESALPINIACEAE

<i>Bauhinia porosa</i> Boiv.	Tananarive	SHF (1 250)	6-11-64
<i>Bauhinia</i> sp.	Befandriana-S	SA (100)	1-06-65
<i>Cassia occidentalis</i> L.	Befandriana-S	SA (100)	1-06-65
<i>Tamarindus indica</i> L.	Befandriana-S	SA (100)	1-06-65

— CANNACEAE

<i>Canna</i> sp.	Tuléar	SA (10)	10-03-65
------------------	--------	---------	----------

— CARICACEAE

<i>Carica papaya</i> L.	Ambato-Boéni	Sh (15)	16-09-64
<i>id.</i>	Hell-Ville	SHC (10)	29-09-64
<i>id.</i>	Ihosi	SA (800)	16-03-65
<i>id.</i>	Miandrivazo	Sh (70)	3-10-73
<i>id.</i>	Morondava	SA (10)	7-10-73
<i>id.</i>	Tuléar	SA (10)	10-03-65

— COMMELINACEAE

<i>Commelina</i> sp.	Tanandava	SA (50)	14-03-65
----------------------	-----------	---------	----------

— COMPOSITAE

<i>Acanthospermum hispidum</i> D.C.	Ihosi	SA (800)	16-03-65
<i>Cynara cardunculus</i> L.	Fenoarivo	SHF (1 100)	16-11-65
<i>Dahlia</i> sp.	Maroantsetra	H (10)	13-12-69
<i>id.</i>	Tananarive	SHF (1 250)	19-01-66
<i>Elephantopus scaber</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	11-11-68
<i>Erigeron naudinii</i> (E.B.) G. Bon.	Betatao	SHF (1 500)	26-10-64
<i>Helianthus annuus</i> L.	Ambilobe	Sh (10)	23-09-64
<i>id.</i>	Joffreville	H (1 000)	25-09-64
<i>Helichrysum</i> sp.	Angavokely	SHF (1 350)	1-12-66
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Tuléar	SA (10)	28-03-66
<i>Psiadia leucophylla</i> (Bak.) Humb.	Angavokely	SHF (1 350)	19-01-66
<i>Spilanthes acmella</i> Murr.	Maroantsetra	H (10)	9-02-65
<i>Tagetes erecta</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	19-01-66
<i>Tridax procumbens</i> L.	Ihosi	SA (800)	16-03-65
<i>Vernonia appendiculata</i> Less.	Tananarive	SHF (1 250)	29-06-64
<i>id.</i>	Tsinjoarivo	SHF (1 650)	11-01-67
<i>Vernonia poissonii</i> H. Humb.	Horombe	SHF (1 000)	20-03-66
<i>id.</i>	Ihosi	SA (800)	15-12-68
<i>Vernonia</i> sp.	Maintirano	Sh (25)	3-09-67

— CONVOLVULACEAE

<i>Ipomoea batatas</i> Poir.	Ambato-Boéni	Sh	(15)	16-09-64
id.	Tananarive	SHF	(1 250)	18-06-64
<i>Ipomoea pes caprae</i> Roth	Majunga	Sh	(20)	19-09-64
id.	Morombe	SA	(10)	15-06-64
id.	Nosy-Be	SHC	(10)	29-09-64
<i>Ipomoea</i> sp.	Ambanja	SHC	(20)	22-09-64

— CORNACEAE

<i>Aucuba</i> sp.	Ihosi	SA	(800)	16-03-65
-------------------	-------	----	-------	----------

— CRUCIFERAE

<i>Raphanus sativus</i> L.	Ilaka-E	H	(140)	20-08-64
----------------------------	---------	---	-------	----------

— CUCURBITACEAE

<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.	Betioky-S	SA	(260)	5-03-65
<i>Cucumis sativus</i> L.	Joffreville	H	(1 000)	22-09-69
<i>Raphidiocystis brachypoda</i> Baker	Mandraka	H	(1 200)	21-10-72
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Betatao	SHF	(1 500)	26-10-64
id.	Fenoarivo	SHF	(1 100)	15-04-65
id.	Ranomafana	H	(900)	13-08-64
id.	Tananarive	SHF	(1 250)	21-07-64

— DIOSCOREACEAE

<i>Dioscorea</i> sp.	Tananarive	SHF	(1 250)	30-09-65
----------------------	------------	-----	---------	----------

— EBENACEAE

<i>Diospyros greveana</i> (Pierre) H. Perr.	Morondava	SA	(10)	8-10-73
---	-----------	----	------	---------

— EUPHORBIACEAE

<i>Acalypha hispida</i> Burm.	Fort-Dauphin	H	(10)	22-03-66
<i>Croton</i> sp.	Tuléar	SA	(10)	15-05-65
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Tanandava	SA	(50)	14-06-64
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.	Tananarive	SHF	(1 250)	5-11-66
<i>Manihot utilisima</i> Pohl.	Ambato-Boéni	Sh	(15)	16-09-64
id.	Betroka	SA	(800)	20-03-66
id.	Morondava	SA	(10)	22-04-71
id.	Sambaina	SHF	(1 300)	19-04-65
id.	Tuléar	SA	(10)	6-06-64
<i>Phyllanthus</i> sp.	Befandriana-S	SA	(100)	27-10-65
id.	Mitsinjo	Sh	(20)	29-08-67
<i>Ricinus communis</i> L.	Betatao	SHF	(1 500)	26-10-64
id.	Tanandava	SA	(50)	13-03-65

— FLACOURTIACEAE

<i>Physena sessiliflora</i> Tul.	Port-Bergé	Sh	(20)	26-08-67
----------------------------------	------------	----	------	----------

— FLAGELLARIACEAE

<i>Flagellaria indica</i> L.	Maintirano	SH	(25)	3-09-67
------------------------------	------------	----	------	---------

— GERANIACEAE

<i>Pelargonium zonale</i> L'Herit.	Betatao	SHF	(1 500)	26-10-64
------------------------------------	---------	-----	---------	----------

— GRAMINAE

<i>Acroceras</i> sp.	Périnet	H	(900)	4-04-65
<i>Brachiaria deflexa</i> (Sch.) C. E. Hub.	Tuléar	SA	(10)	15-05-65
<i>Chloris barbata</i> Sw.	Tuléar	SA	(10)	14-03-65
<i>Echinochloa colonum</i> Link	Tuléar	SA	(10)	28-03-66
<i>Echinochloa pyramidalis</i> Hist.-Chas.	Tuléar	SA	(10)	28-03-66

<i>Isachne mauritiana</i> Kunth	Périnet	H	(900)	4-04-65
<i>Schizachyrium</i> sp.	Manakambahiny-E	H	(1 200)	9-11-67
<i>Zea mays</i> L.	Ambato-Boéni	Sh	(15)	16-09-64
id.	Ambohimandroso	SHF	(1 600)	20-11-64
id.	Tuléar	SA	(10)	15-11-71
— IRIDACEAE				
<i>Gladiolus garnierii</i> Klatt	Tananarive	SHF	(1 250)	24-01-73
— LABIACEAE				
<i>Leonotis nepetaefolia</i> R. Br. Ait.	Sakaraha	SA	(500)	15-03-65
<i>Plectranthus</i> sp.	Angavokely	SHF	(1 400)	19-01-66
— LAURACEAE				
<i>Persea gratissima</i> Gaertn.	Fenoarivo	SHF	(1 100)	18-02-65
— LILIACEAE				
<i>Allium cepa</i> L.	Tananarive	SHF	(1 250)	15-09-64
<i>Allium sativum</i> L.	Betatao	SHF	(1 500)	26-10-64
<i>Dianella ensifolia</i> (L.) Red.	Manakambahiny-E	H	(1 200)	7-11-67
<i>Dracaena reflexa</i> Lamk.	Antsalova	Sh	(100)	4-09-67
— MALPIGHIACEAE				
<i>Tristellateia</i> sp.	Andrevo	SA	(10)	5-04-68
— MALVACEAE				
<i>Abutilon angulatum</i> Mast.	Betatao	SHF	(1 500)	26-10-64
<i>Abutilon asiaticum</i> (L.) Don.	Tuléar	SA	(10)	14-06-64
<i>Abutilon greveanum</i> (H. Bn.) Hochr.	Morondava	SA	(10)	9-10-73
<i>Abutilon greveanum</i> (H. Bn.) Hochr.	Tanandava	SA	(50)	14-06-64
<i>Abutilon pseudocleistogamum</i> Hochr.	Tanandava	SA	(50)	14-06-64
<i>Althaea</i> sp.	Fort-Dauphin	H	(10)	23-03-66
<i>Gossypium arboreum</i> L.	Tanandava	SA	(50)	4-04-68
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Ambato-Boéni	Sh	(15)	16-09-64
id.	Ambilobe	Sh	(10)	23-09-64
id.	Amboasary	SA	(50)	14-03-66
id.	Ankazoabo	SA	(400)	17-02-67
id.	Ihosi	SA	(800)	16-03-65
id.	Mampikony	Sh	(50)	20-09-64
id.	Menarahaka	SA	(800)	15-05-68
id.	Mitsinjo	Sh	(20)	28-08-67
id.	Tuléar	SA	(10)	9-06-64
<i>Hibiscus mutabilis</i> L.	Fenoarivo	SHF	(1 100)	18-02-67
<i>Hibiscus</i> sp.	Ambanja	SHC	(20)	22-09-64
id.	Ampijoroa	Sh	(80)	30-11-72
id.	Ankazoabo	SA	(400)	18-02-67
id.	Betioky	SA	(260)	1-06-65
id.	Hell-Ville	SHC	(10)	29-09-64
<i>Hibiscus vitifolius</i> L.	Mitsinjo	Sh	(20)	24-08-69
<i>Sida acuta</i> Burm.	Ihosi	SA	(800)	16-03-65
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Tananarive	SHF	(1 250)	1-08-65
<i>Sida spinosa</i> L.	Tananarive	SHF	(1 250)	1-08-65
<i>Urena lobata</i> L.	Ambato-Boéni	Sh	(15)	16-09-64
— MELIACEAE				
<i>Melia azedarach</i> L.	Mandrare	SA	(100)	24-03-66
— MENISPERMACEAE				
<i>Cissampelos</i> sp.	Manakambahiny-E	H	(1 200)	7-11-67

— MORACEAE

<i>Ficus carica</i> L.	Antsirabe	SHF (1 500)	18-11-64
<i>Morus nigra</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	1-03-66

— MUSACEAE

<i>Musa paradisiaca</i> L.	Betatao	SHF (1 500)	26-10-64
id.	Mananjary	H (10)	15-08-64
id.	Tananarive	SHF (1 250)	22-07-64

— MYRICACEAE

<i>Myrica</i> sp.	Manjakatombo	SHF (2 200)	12-01-67
-------------------	--------------	-------------	----------

— MYRSINACEAE

<i>Maesa lanceolata</i> Forsk.	Manakambahiny-E	H (1 200)	7-11-67
id.	Ranomafana	H (900)	13-08-64

— NYCTAGINACEAE

<i>Boerhaavia diffusa</i> L.	Morondava	SA (10)	10-02-73
------------------------------	-----------	---------	----------

— OLACACEAE

<i>Anacolosa pervileana</i> H. Bn.	Bevazaha	Sh (250)	28-08-67
------------------------------------	----------	----------	----------

— PALMEAE

<i>Chrysalidocarpus</i> sp.	Ambereny	Sh (20)	6-09-67
<i>Cocos nucifera</i> L.	Ambato-Boéni	Sh (15)	16-09-64
id.	Nosy-Be	SHC (10)	29-09-64
id.	Nosy-Komba	SHC (10)	29-09-64
id.	Tuléar	SA (10)	9-12-71

— PAPILIONACEAE

<i>Abrus precatorius</i> L.	Befandriana-S	SA (100)	1-06-65
<i>Arachis hypogea</i> L.	Ambilobe	Sh (10)	23-09-64
id.	Ambato-Boéni	Sh (15)	16-09-64
id.	Tananarive	SHF (1 250)	15-10-66
<i>Atylosia scarabaeoides</i> Benth.	Katsepy	Sh (10)	23-08-69
<i>Baphia</i> sp.	Miandrivazo	Sh (70)	17-07-68
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	12-11-66
<i>Dolichos lablab</i> L.	Tanandava	SA (50)	13-03-65
<i>Glycine</i> sp.	Ambohitantely	SHF (1 500)	27-06-67
id.	Bevazaha	Sh (250)	23-08-67
<i>Indigofera depauperata</i> Drake	Saodona	SA (80)	10-04-69
<i>Mucuna pruriens</i> D.C.	Mampikony	Sh (50)	20-09-64
<i>Phaseolus lunatus</i> L.	Brickaville	H (20)	22-08-64
id.	Morondava	SA (10)	7-10-73
id.	Tananarive	SHF (1 250)	12-10-64
<i>Phaseolus mungo</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	15-03-68
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Ambanja	SHC (20)	22-09-64
id.	Ambilobe	Sh (10)	4-09-64
id.	Ilaka	H (140)	20-08-64
id.	Mandrare	SA (100)	24-03-66
id.	Namakia	Sh (10)	29-08-67
id.	Tananarive	SHF (1 250)	4-09-64
<i>Rhynchosia minima</i> D. C.	Tanandava	SA (50)	6-65
<i>Teramnis labialis</i> (L.) Spreng.	Miandrivazo	Sh (70)	17-07-68
id.	Tuléar	SA (10)	10-06-65
<i>Trifolium repens</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	10-10-71
<i>Vigna capensis</i> Walp.	Joffreville	H (1 000)	21-09-69
<i>Vigna</i> sp.	Miandrivazo	Sh (70)	3-10-73

— PASSIFLORACEAE

<i>Adenia</i> sp.	Tananarive	SHF (1 250)	22-02-66
<i>Passiflora foetida</i> L.	Majunga	Sh (20)	19-09-64
id.	Manakambahiny-E	H (1 200)	7-11-67

— POLYGONACEAE

<i>Polygonum</i> sp.	Ambato-Boéni	Sh (15)	16-09-64
----------------------	--------------	---------	----------

— PORTULACACEAE

<i>Portulaca oleracea</i> L.	Tuléar	SA (10)	15-05-65
------------------------------	--------	---------	----------

— RHAMNACEAE

<i>Gouania mauritiana</i> Lamk.	Joffreville	H (1 000)	21-09-69
<i>Gouania lineata</i> Tul.	Manakambahiny-E	H (1 200)	7-11-67
<i>Helinus ovatus</i> E. Mey.	Tanandava	SA (50)	1-06-65
<i>Zizyphus mauritiana</i> Lemark	Majunga	Sh (20)	19-09-64
id.	Morondava	SA (10)	11-02-73

— ROSACEAE

<i>Amygdalus persica</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	7-10-64
<i>Malus communis</i> L.	Fenoarivo	SHF (1 100)	18-02-65
<i>Rosa</i> sp.	Betatao	SHF (1 500)	26-10-64
id.	Ranomafana	H (900)	13-08-64
id.	Tuléar	SA (10)	14-06-64

— RUTACEAE

<i>Citrus grandis</i> Osb.	Tananarive	SHF (1 250)	8-08-64
<i>Citrus limon</i> Burm.	Tananarive	SHF (1 250)	8-08-64
<i>Citrus sinensis</i> Osb.	Tuléar	SA (10)	27-05-65
<i>Evodia madagascariensis</i> Baker	Angavokely	SHF (1 250)	1-12-66
<i>Poncirus trifoliatum</i> Rafin.	Antsirabe	SHF (1 500)	18-11-64
<i>Zanthoxylon tsihanimpasa</i> H. Perr.	Andrevo	SA (10)	3-04-68
id.	Maintirano	Sh (25)	3-09-67

— SAPINDACEAE

<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Ambato-Boéni	Sh (15)	16-09-64
-------------------------------------	--------------	---------	----------

— SOLANACEAE

<i>Capsicum annum</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	2-11-64
<i>Cestrum</i> sp.	Tananarive	SHF (1 250)	10-09-65
<i>Datura stramonium</i> L.	Tuléar	SA (10)	14-06-64
<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.	Betatao	SHF (1 500)	26-10-64
id.	Tuléar	SA (10)	9-12-71
<i>Physalis peruviana</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	23-07-64
<i>Solanum auriculatum</i> Ait.	Tananarive	SHF (1 250)	11-66
<i>Solanum erythracantum</i> Boj.	Betatao	SHF (1 500)	26-10-64
<i>Solanum melongenum</i> L.	Ambanja	SHC (20)	22-09-64
id.	Majunga	Sh (20)	19-09-64
id.	Mandrare	SA (100)	23-03-66
<i>Solanum nigrum</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	15-11-66
<i>Solanum</i> sp.	Joffreville	H (1 000)	21-09-69

— STERCULIACEAE

<i>Byttneria</i> sp.	Maevatanana	Sh (80)	22-08-67
----------------------	-------------	---------	----------

— THEACEAE

<i>Camellia japonica</i> L.	Tananarive	SHF (1 250)	1-09-64
<i>Camellia thea</i> Link.	Beforona	H (800)	28-08-64

— TILIACEAE

<i>Corchorus</i> sp.	Tanandava	SA	(50)	13-03-65
<i>Grewia andramparo</i> Vig.	Andrevo	SA	(10)	14-04-70
<i>Grewia</i> sp.	Antsirabe	SHF	(1 500)	12-01-70
<i>id.</i>	Mitsinjo	Sh	(20)	29-08-67
<i>id.</i>	Orangea	Sh	(20)	18-05-71

— ULMACEAE

<i>Trema orientalis</i> Blume	Ambakireny	SHF	(800)	9-11-67
<i>id.</i>	Kianjavato	H	(300)	18-08-64
<i>id.</i>	Manakambahiny-E	H	(1 200)	7-11-67

— URTICACEAE

<i>Boehmeria</i> sp.	Ambohitantely	SHF	(1 500)	27-06-67
----------------------	---------------	-----	---------	----------

— VERBENACEAE

<i>Clerodendron</i> sp.	Andrevo	SA	(10)	3-04-68
<i>id.</i>	Morondava	SA	(10)	9-10-73
<i>Holmskioldia</i> sp.	Tananarive	SHF	(1 250)	7-09-65
<i>Tectona grandis</i> L.	Tsaramandroso	Sh	(80)	26-08-67

— VIOLACEAE

<i>Rinorea greveana</i> H. Bn.	Befandriana-S	SA	(100)	27-10-65
--------------------------------	---------------	----	-------	----------

Imprimé en France. — Imprimerie JOUVE, 17, rue du Louvre, 75001 PARIS

Dépôt légal : 4^e trimestre 1976

Fabrication - Coordination

Hélène DARDENNE

Les Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer tendent à constituer une documentation scientifique de base sur les zones intertropicales et méditerranéennes, les pays qui en font partie et sur les problèmes posés par leur développement.

CAHIERS ORSTOM (séries périodiques)

- **biologie**: études consacrées à diverses branches de la biologie végétale et animale: agronomie, biologie et amélioration des plantes utiles, entomologie agricole, nématologie.
- **entomologie médicale et parasitologie**: systématique et biologie des arthropodes d'intérêt médical et vétérinaire, parasitologie, épidémiologie des grandes endémies tropicales, méthodes de lutte contre les vecteurs et les nuisances.
- **géologie**: pétrologie et cycles des éléments (géochimie) - hydrogéologie - altération et érosion - sédimentologie - stratigraphie - orogénèse continentale - métallogénèse - paléogéographie - structure et évolution des fonds océaniques.
- **hydrologie**: études, méthodes d'observation et d'exploitation des données concernant les cours d'eau intertropicaux et leurs régimes.
- **océanographie**: hydrologie, physico-chimie, hydrodynamique, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, niveaux de production, dynamique des stocks, prospection faunistique (Sud-ouest Pacifique, Canal de Mozambique et environs, Atlantique Tropical Est).
- **hydrobiologie**: physico-chimie, écologie, caractérisation des chaînes alimentaires, dynamique des stocks, action des insecticides sur la faune (Bassin Tchadien, Côte d'Ivoire).
- **pédologie**: problèmes soulevés par l'étude des sols: morphologie, caractérisation physico-chimique et minéralogique, classification, relations entre sols et géomorphologie, problèmes liés aux sels, à l'eau, à l'érosion, à la fertilité.
- **sciences humaines**: études géographiques, sociologiques, économiques, démographiques et ethnologiques.

MÉMOIRES ORSTOM: consacrés aux études approfondies (synthèses régionales, thèses...) dans les diverses disciplines scientifiques (82 titres parus).

ANNALES HYDROLOGIQUES: depuis 1959, deux séries sont consacrées: l'une, aux Etats africains d'expression française et à Madagascar, l'autre aux Territoires et Départements français d'Outre-Mer.

FAUNE TROPICALE: collection d'ouvrages principalement de systématique, pouvant couvrir tous les domaines géographiques où l'ORSTOM exerce ses activités (19 titres parus).

INITIATIONS/DOCUMENTATIONS TECHNIQUES: mises au point et synthèses au niveau, soit de l'enseignement supérieur, soit d'une vulgarisation scientifiquement sûre (27 titres parus).

TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'ORSTOM: cette collection, diverse dans ses aspects et ses possibilités de diffusion, a été conçue pour s'adapter à des textes scientifiques ou techniques très variés quant à leur origine, leur nature, leur portée dans le temps ou l'espace, ou par leur degré de spécialisation (48 titres parus).

Les études en matière de géophysique (gravimétrie, sismologie, magnétisme...) sont publiées, ainsi que certaines données (magnétisme) dans des séries spéciales: **GÉOPHYSIQUE** et **OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES**.

L'HOMME D'OUTRE-MER: cette collection, exclusivement consacrée aux sciences de l'homme, est réservée à des textes d'auteurs n'appartenant pas à l'ORSTOM, mais dont celui-ci assure la valeur scientifique (co-édition Berger-Levrault) (10 ouvrages parus).

De nombreuses **CARTES THÉMATIQUES**, accompagnées de **NOTICES**, sont éditées chaque année, intéressant des domaines scientifiques ou des régions géographiques très variées.

BULLETIN ANALYTIQUE D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE ET VÉTÉRINAIRE (périodicité mensuelle; ancienne dénomination jusqu'en 1970: Bulletin signalétique d'entomologie médicale et vétérinaire) (XXIII^e année).

O.R.S.T.O.M.

Direction générale :

24, rue Bayard - 75008 PARIS

Services Scientifiques Centraux :

Service Central de Documentation :

70-74, route d'Aulnay - 93140 BONDY

— O.R.S.T.O.M. Editeur —

Dépôt légal : 4^e trim. 1976
— I.S.B.N. 2-7099-0427-6 —